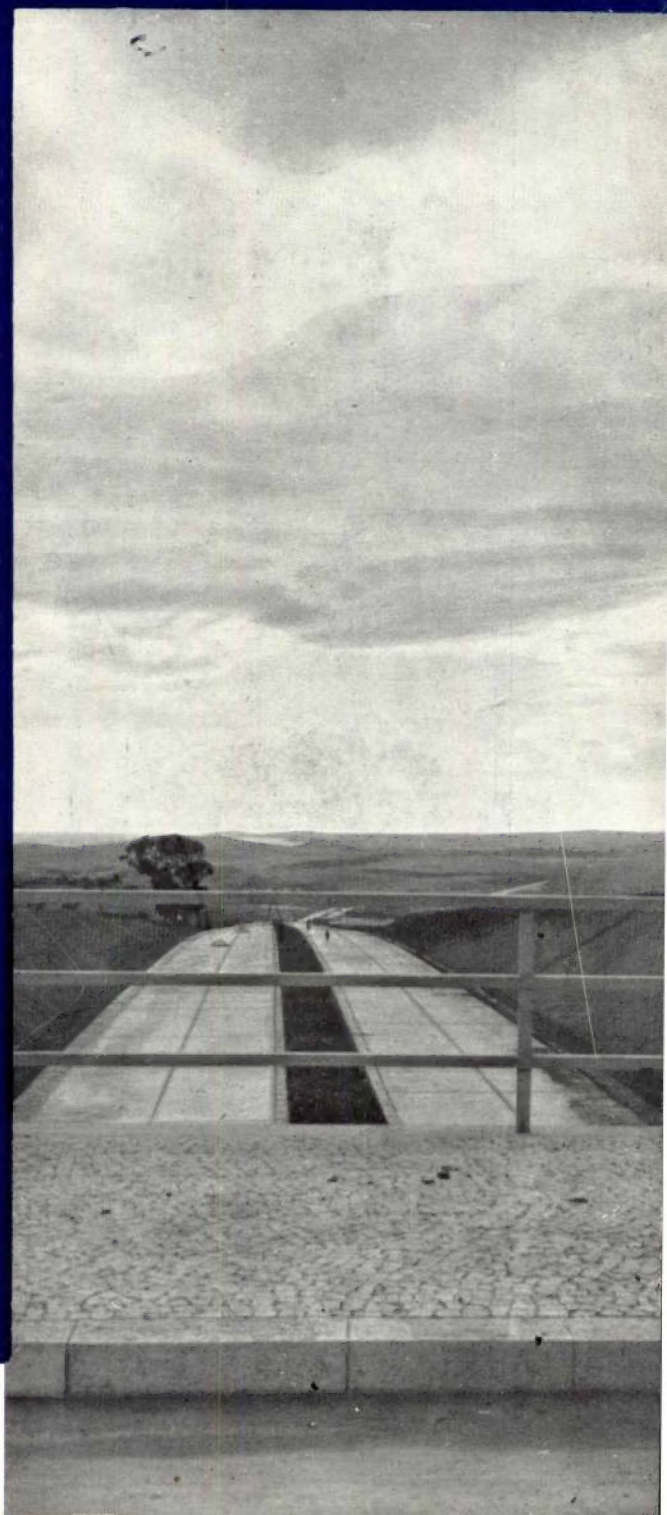
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 114-Novembro-1940

"LUSALITE"

fibro-cimento nacional

EM

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 2091 — 2 2092 — 2 2093 — **LISBOA** — Telegramas: **Lusalite**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
114
Novembro—1940

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
CARLOS KRUS ABECASIS
ADMINISTRADOR
NUNO ABRANTES
BIBLIOTECÁRIO
LUIS DE ALMEIDA ALVES
CORPO REDACTORIAL
Vasco Mendes de Sousa
José Faria da Fonseca Santos
Militão Rosa Pereira
Silvério da Silva

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

Capa — AUTO-ESTRADA LISBOA-CASCAIS

		Págs
Alguns aspectos da origem, evolução e tendências da metalurgia	Eng. Químico-Industrial (I. S. T.) António Marques da Paixão	1
Algumas considerações àcêrca do «Regulamento do Betão Armado» português	Eng. Civil (U. P.) D. M. Vieira Barbosa	10
Túneis do Canal do Tejo	Eng. Civil (E. M.) Luís Veiga da Cunha	17
A constante de Arrhenius e a inversão da sacarose em meio clorídrico concentrado	Dr. Artur de Sousa	21
Vida escolar e associativa		26
Mundo Técnico		33
Publicações recebidas		37

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO

AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

— Uma —
Impermeabilização
perfeita
obtem-se com

SIKA

nas construções urbanas, industriais
e obras hidráulicas

SUPRIME HUMIDADES
EVITA INFILTRAÇÕES

FABRICANTES:
KASPAR WINKLER & C.º
Zürich — Altstetten (Suissa)

AGENTE-DEPOSITÁRIO EM PORTUGAL:
CARLOS ABREU BAPTISTA
Rua da Emenda, 111, 1.º — LISBOA
Telefone 26902

EMULSÕES

de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Standard Electrica

RECTIFICADORES DE SELENIO

Rectificadores secos de tôdas as voltagens e amperagens, para tôdas as aplicações. São anti-parasitários e de duração ilimitada. Absolutamente silenciosos, não têm partes móveis e não carecem de qualquer assistência. Ocupam um espaço muito reduzido sendo a sua eficiência superior à dos outros tipos de rectificadores existentes.

PEDIDOS E ESCLARECIMENTOS A:

STANDARD ELECTRICA
PRAÇA DOS RESTAURADORES, 47, 1.º — LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

Rua Duque de Loulé, 240

PORTO

Telef. 2 830 P. B. X. e 90 Est.

CAPITAL { Acções . . . . **40.000 contos**
Obrigações . . . **25.000 contos**

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { instalada { hidráulica . . **40.000** CV
térmica (reserva) **22.000** CV
já contratada . . . . . **30.000** CV
disponível . . . . . **10.000** CV

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU e de LEIRIA, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.000 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LOGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a U. E. P. e consumir a energia do Lindoso é proveitoso negócio

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.

Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas

Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico

Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

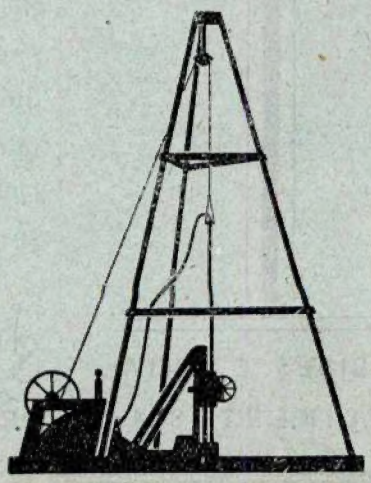
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

Secção Cultural da A. E. I. S. T.

Primeira conferência do ano lectivo:

"O Laboratório de Investigações na Engenharia Moderna"

Pelo Eng. VIEIRA BARBOSA, Assistente da F. E. U. P.

No I. S. T.
às 21h,30 de 2 de Dezembro de 1940

TÉCNICA

CARLOS KRUS ABECASIS

DIRECTOR

ANO XVI - N.º 114 NOVEMBRO 1940

Alguns aspectos da origem, evolução e tendências da metalurgia

PELO ENG. QUÍMICO-INDUSTRIAL I. S. T. ANTÓNIO MARQUES DA PAIXÃO

ASSISTENTE DO I. S. T.

BOLSEIRO DO I. A. C.

O estudo histórico permite-nos pôr em evidência as relações que se estabeleceram e criaram entre as ciências e, ao mesmo tempo, prova que a condição necessária ao desenvolvimento científico é o estreitamento dessas relações, de uma maneira cada vez mais íntima, cada vez mais profunda.

Dispondo de novos recursos o historiador constrói, pouco a pouco, uma imagem mais exacta do passado e mais conforme com o presente; num estudo mais rigoroso, não é de estranhar que apareçam disparidades entre a teoria e uma observação mais atenta. Nem descrédito injusto para as idéas do passado nem vaidade escusada para as teorias do presente; nos louvores, que se rendem ao aperfeiçoamento, não esqueçamos a homenagem devida à primitiva imperfeição, fonte de idéas a corrigir, origem de caminhos a investigar.

A pré-história divide-se habitualmente em idades de pedra, de bronze e de ferro. Classificação cómoda para o arqueólogo mas não exacta para o metalurgista; o seu abandono impõe-se, a menos que queiramos utilizar uma generalização, que é errónea.

Não é tarefa fácil para aquele que estuda, pôr de lado, não como inútil, mas como falsa, uma idéa, que até aí é aceite por todos.

A vontade, não é suficiente; o conhecimento, auxilia; a razão, impõe e o resultado, justifica.

Nenhum metal prevaleceu simultâneamente sôbre tôda a Terra habitada. Enquanto que alguns povos utilizavam já o ferro, outros não conheciam sequer a pedra pulida. E porquê chamar idade do bronze, se o cobre era o metal principal?

***

Não se sabe quando nem onde o homem primitivo teria encontrado a primeira pepita. Obra do acaso, o seu espírito infantil alertado pelo brilho metálico, achado fortuito ao procurar pedras para ornamento ou trabalho, a diversidade de hipóteses prováveis é apenas um sinal de ignorância.

A inteligência no homem primitivo é rudimentar; na luta contra a selecção natural, a memória é a primeira faculdade a desenvolver-se, e a *repetição* é um factor indispensável na aquisição dos seus conhecimentos.

Dêste modo, é levado a dar o mesmo tra-

tamento a qualquer material que encontre; tentará dar ao metal o tratamento que já deu à pedra. A maleabilidade aparece-nos assim como a propriedade fundamental. O brilho é só posto em evidência depois da martelagem, pois o metal, mesmo no estado nativo, só poderia ser encontrado num estado, maior ou menor, de oxidação e coberto de poeira.

A pepita, encontrada por acaso, demasiadamente mole para ser trabalhada como a pedra, adquirindo brilho pela martelagem, deve ter sido o primeiro ornamento metálico. O metal fortuitamente encontrado, passa a ser procurado, e não se apresentando sempre da mesma maneira, o homem primitivo recolhe e trata outras pedras: é dêste modo que êle encontra o cobre no estado nativo.

O cobre é menos maleável que o ouro; o homem primitivo não deve ter tido dificuldade em notar isto; com a martelagem endurece até um certo grau, e de objecto de ornamento passa a ser um material.

Na altura em que o homem principia a utilizar o cobre, já o fogo era conhecido, mas os primeiros objectos devem ter sido obtidos pelo trabalho a frio. A conductibilidade calorífica do cobre dificulta a fusão; além disso, por combustão lenta da madeira, sem tiragem especial, não é possível obter temperaturas superiores a 600 graus. Se os vestígios do cobre martelado são poucos, isso deve resultar do conhecimento posterior de fusão e da moldagem.

Outro metal que se encontra no estado nativo é a prata. Foi utilizada pelo homem primitivo num estado de relativa impureza, associada ao cobre (3 °/₀ de Cu). A utilização do fogo para o trabalho dos metais parece ter tido a sua origem numa obra do acaso, mas as hipóteses apresentadas esquecem o factor *repetição*, indispensável para chamar a atenção do homem primitivo sôbre um determinado facto e permitir à sua acanhada inteligência estabelecer uma relação entre a causa e o efeito. O mais provável é que o homem primitivo tenha, na protecção do seu fogo, utilizado pedras, que pela acção do calor alterassem o seu aspecto superficial. Um fenómeno parcial de redução, a mudança de côr, o estalar das pedras hidratadas, tais seriam os fenómenos susceptíveis de chamar a sua atenção. Deve ter tentado reproduzir o fenómeno, que seria tanto mais acentuado, quanto maior fôsse a temperatura a que a pedra era submetida. Dêste modo poderia ter chegado a um estado inicial de fusão; a sua curiosidade deve ter sido o único incentivo das suas tentativas, longe de pensar nas conseqüências e utilidade da sua descoberta. O resultado das primeiras fusões não podia deixar de ser senão uma massa esponjosa, incompletamente fundida, que depois era martelada com pedras, o que a libertava das cinzas e de pedaços de minério não fundidos. O cobre pre-histórico é quási isento de enxôfre, o que nos permite afirmar que o minério utilizado era o cobre nativo ou minérios completamente oxidados, devendo ser posta de lado qualquer idéa de *refinação*. A percentagem em óxido de cobre (até 30 °/₀) do cobre pre-histórico confirma até certo ponto o que deixamos dito. Mais tarde, pela utilização de minérios impuros e complexos, o homem primitivo fundiu, inconscientemente, as primeiras ligas metálicas. Aparecem, assim, os bronzes e os latões. A existência de uma liga não implica o conhecimento prévio dos metais constituintes; a fusão acidental de um bronze, não obriga ao conhecimento do cobre e do estanho.

O ferro parece ter sido utilizado pelo homem prè-histórico sem o conhecer. Parece que o ferro meteorítico foi o primeiro a ser utilizado, pois que, se é possível encontrar o ferro no estado nativo, facto aparentemente absurdo, dada a facilidade de oxidação, os locais são muito restritos e as condições muito especiais. Mas o ferro meteorífico é um verdadeiro aço, liga complexa, pobre em carbono com níquel e cobalto. As composições dos ferros meteoríticos diferem muito pouco, porém, as suas propriedades mecânicas variam com o local em que se encontram.

Em nossa opinião, isto é uma conseqüência da velocidade de arrefecimento diferente de uns pontos para outros à superfície da terra, e o fenómeno que daí resulta é aná-

logo ao qne resulta para os aços de igual composição, sofrendo tratamentos térmicos diferentes. Nos seus processos primitivos, a extracção do ferro não é complicada, mas é ainda difícil. O aquecimento do óxido de ferro com carvão dá apenas uma massa esponjosa, que não é fusível nos fornos ordinários. Por martelagem e aquecimentos sucessivos, devia-se transformar essa massa nos objectos desejados. A verdade é que não sabemos de uma maneira exacta como procedia o homem primitivo. Apenas os processos utilizados por certos povos como os negros do Senegal e os Tártaros nos permitem fazer uma suposição.

***

O homem devia conhecer o fogo desde os primeiros tempos da sua existência; a sua origem, considerada como divina, é um outro motivo de lenda.

É possível que árvores sêcas fôssem queimadas pelas faíscas de uma atmosfera carregada de electricidade. A matéria carbonizada e o calor residual das cinzas, devem ter proporcionado ao homem primitivo o primeiro foco calorífico. Alimentando-se primeiro de carne crua, alguns animais mortos pelo fogo devastador deviam ter constituído a primeira refeição quente do homem primitivo. Não é de pôr de lado a hipótese que o primeiro fogo fôsse de origem vulcânica, mas, na generalização do seu emprêgo, os efeitos da faisca eléctrica são mais prováveis por serem mais vulgares. Depois, ao fabricar os seus instrumentos de pedra, uma centelha caída sôbre a erva ou sôbre uma pele sêca de animal, é uma origem provável do primeiro fogo provocado pelo homem. A produção do fogo pela rotação rápida ou fricção enérgica de pedaços de madeira é muito posterior. Mais tarde, deve ter notado, que a substância parcialmente carbonizada é mais fàcilmente inflamável do que a madeira sêca e daí vem a primeira utilização do carvão. Êste, necessário a qualquer operação de fusão, é elemento indispensável ao metalurgista, mas, o seu uso é relativamente recente, pois, a madeira foi o combustível mais largamente empregado até há pouco tempo.

O carvão de madeira como o carvão mineral actuam simultâneamente pelo seu poder redutor e pelo seu poder calorífico. Êste facto levou bastante tempo a ser reconhecido, e, devia ter passado completamente despercebido ao homem prè-histórico. O emprêgo do carvão nas operações metalúrgicas teve importantíssimas conseqüências, e para nós, a indecisão, não nos permite afirmar, qual dos dois factos — utilização de ferro, utilização de carvão — teve mais importância para o desenvolvimento da nossa civilização.

Não devemos esquecer, que a utilização da madeira como combustível, conjuntamente, com os outros possíveis empregos, provocavam a destruïção de florestas, tendo como resultado a modificação do clima, com todos os seus inconvenientes, originando a emigração dos povos habitantes dessas regiões. Dêste modo se deve ter generalizado e transmitido o conhecimento da utilização do fogo. A madeira é um produto vegetal, o carvão é madeira carbonizada, e a hulha é o resíduo de uma vegetação, fossilizada. A hulha era já conhecida mil anos A. C. Os gregos e os romanos só principiaram a utilizar o carvão, quando os chineses faziam dêle largo uso na cozedura das suas porcelanas, e mesmo, na iluminação, utilizando os gases que dêle se libertavam por decomposição. Antes da invasão romana já o carvão era conhecido na Inglaterra, mas, só em princípios do século XIV teve início a exploração das minas carboníferas naquele país. As minas eram pequenas escavações, pouco profundas e de formas irregulares. Nada daquilo que hoje entendemos como minas. O carvão assim tirado dos afloramentos superficiais, era de qualidade inferior, contendo percentagens elevadas de sulfureto de ferro, que produziam quantidades consideráveis de gases sulfurosos, de tal modo, que em 1306 Eduardo I, a pedido do Parlamento britânico, proibia a utilização do carvão. Todos os infractores da lei, eram severamente condenados e, em caso de reincidência, os seus fornos destruídos.

***

O homem conhece o ferro e sabe utilizar o fogo, na operação de fusão. Eis o início de uma fase da história da humanidade, de uma civilização, que se irá desenvolvendo e consolidando, no meio de esforços imensos, a-pesar-de lutas inúteis e devastadoras. A história da Metalurgia é cheia de falhas e confusão. Não há um critério de classificação; na divisão das épocas, os limites são estabelecidos em função de acontecimentos, que nenhuma influência tiveram no seu desenvolvimento. Para nós, as grandes épocas da metalurgia são:

I — Origens, até à utilização do ferro.
II — Até Lavoisier.

Período do empirismo, das teorias herméticas e da Alquimia. Não existe, pròpriamente uma ciência metalúrgica. Não se conhecem as leis da Química, que regem as operações metalúrgicas e a mão de obra é um factor principal na produção. A Metalurgia não é mais do que uma série de operações, sem ordem nem controle, os conhecimentos transmitindo-se por tradição e herança, no meio de lendas e de incertezas. Não existe uma literatura metalúrgica. Os autores de então, são historiadores ou filósofos. *Agricola* (1530) é médico, professor de farmácia e de mineralogia em Joachimsthal, e as obras de Fabricius e Weiner nada têm de especial. As obras de Agricola são sete, tôdas elas escritas em latim. A mais importante sob o ponto de vista metalúrgico e hoje considerado como o primeiro tratado de metalurgia é: «De Re metalica».

III — De Lavoisier até Gibbs e Siemens.

Período das grandes leis da Química. É nessa época, que aparecem os primeiros tratados da Química metalúrgica, muitos dêles ainda escritos em latim, outros, já em alemão e francês. É a época de Henckel, que obtém o zinco a partir da calamina; de Schlulter, que estuda o fenómeno da liqüação; de Schindler, o criador da Docimásia; de Hoffmann, Scheffer e tantos outros. A Metalurgia nesta época é nìtidamente um ramo da Química. A classificação dos produtos metalúrgicos faz-se, apenas, segundo a sua composição química.

IV — A actual, depois de Gibbs e de Siemens.

Com os trabalhos de Gibbs a Química mudou de aspecto. Gibbs era um matemático de extraordinário talento e dos químicos dos seus tempos, poucos seriam aqueles, capazes de o compreender. A experiência, nunca lhe interessou; o cálculo matemático, para êle, era tudo, não se dando sequer ao trabalho de enunciar as leis, que magistralmente deduzia. Era necessário, que alguém «descobrisse» as leis, que êle estudava.

Assim, a lei das fases foi enunciada por Van der Waals e as leis Van't Hoff e Le Chatelier sôbre os equilíbrios químicos, já tinham sido estudadas por Gibbs, matemàticamente. O estudo científico das ligas e das propriedades físico-químicas dos metais puros, só pode ser feito a partir das leis de Gibbs: lei das fases e a lei dos equilíbrios químicos. Aos trabalhos de Werner von Siemens, o criador da electrotecnia moderna, devemos hoje a aplicação da energia eléctrica à Metalurgia.

O período actual é caracterizado, pela criação da Metalurgia como ciência independente, pelo aparecimento da Química Económica, como conseqüência do desenvolvimento da Metalurgia e da Grande Indústria Química e pela utilização da electricidade nos processos metalúrgicos. A composição química já não serve de base de classificação; leis conhecidas regem as operações metalúrgicas, nos domínios de investigação e controle, são aplicados métodos originais e privativos.

***

A tendência actual da Metalurgia é a de obter metais novos e produzir os metais já conhecidos no estado de pureza máxima possível, a-fim-de estudar as suas propriedades e determinar a influência das impu-

rezas que habitualmente acompanham um dado elemento.

Assim, hoje, é possível obter o Cr, por electrólise, tendo apenas como impurezas o oxigénio e o hidrogénio. Obtemos o vanádio a 99,9, o manganês a 99,99 e o zinco a 99,9999. A esta pureza, o Zn apresenta propriedades curiosíssimas, sendo pràticamente inoxidável e não atacável pelo ácido clorídrico, diluído, a frio. Como metais novos, temos o cádmio, obtido a partir dos minérios de zinco, o glucínio com um módulo de elasticidade 50 vezes superior ao do alumínio, o zircónio e o tântalo, êste o possível substituto da platina, pelas suas propriedades.

Quanto às ligas metálicas, assistimos ao melhoramento das suas propriedades, pela generalização dos tratamentos térmicos e introdução de novos elementos na sua composição.

No domínio da teoria, procura-se dar definições puramente científicas, abandonando todo o convencionalismo. Temos um exemplo frisante nas definições sucessivamente apresentadas de ferro e aços. A química dos compostos intermetálicos e dos elementos metalográficos tem feito consideráveis progressos, contribuíndo dêste modo para explicar a sua influência nas propriedades das ligas metálicas.

A aplicação da Química-física à Metalurgia com os seus métodos próprios — que mais adiante analisamos — é uma realidade que justifica a criação da Metalurgia como ciência independente, e, prova ser capaz de progredir só pelos seus meios. Mas a-pesar-de todos os progressos, o seu campo de acção, seria muito limitado, se o metalurgista dispusesse apenas, em relação às aplicações industriais, dos metais pràticamente puros.

As descobertas dos últimos anos da Química-física, lançando uma luz nova sôbre o problema da constituïção da matéria e das transformações de energia, permitiram aplicar métodos novos ao problema geral da constituïção das ligas. Como sabemos, uma liga é obtida pela encorporação íntima a um dado metal, de outros metais ou metaloides. Essa encorporação pode ser obtida por fusão dos constituintes, por electrólise, por amalgamação, por cementação e por compressão, sendo os quatro primeiros processos já do domínio industrial e o último, ainda, em tentativas experimentais. Uma liga nunca é homogénea no sentido físico da palavra, podendo, porém, em certos casos, apresentar-se macroscòpicamente homogénea.

As condições de equilíbrio estabelecidas quando da solidificação não se mantêm indefinidamente. O trabalho mecânico e os tratamentos térmicos dão origem a variações de estrutura, resultantes da mobilidade atómica e que podem ser devidas a transformações polimórficas, variação da solubilidade recíproca dos constituintes, e, formação ou decomposição de compostos intermetálicos. O primeiro caso deve ser estudado com as propriedades alotrópicas dos metais puros. Um composto intermetálico é uma combinação em proporções definidas dos constituintes da liga.

As combinações, satisfazendo à lei de Dalton, a explicação da sua constituïção não é satisfatória, sob o ponto de vista da teoria da valência. Apresentando-se sob a forma de cristais de baixa simetria, com ausência de planos de clivagem, a sua presença tem um efeito considerável sôbre as propriedades da liga.

A par do estudo físico, o estudo químico das ligas merece ao metalurgista o mesmo cuidado e atenção. Numa liga temos a distinguir os constituintes, as adições correctivas e as impurezas, devendo desde já frisar que a distinção entre os elementos destas três categorias é bem arbitrária, tanto mais que, a definição do *menor constituinte* é, ainda hoje, convencional. Em nossa opinião, progresso real será feito se, para essa definição considerarmos os efeitos físico-químicos em lugar da massa, apesar-de, neste último caso, uma liga poder admitir, então, vários menores constituintes, o que à primeira vista parece um absurdo.

Os constituintes das ligas dividem-se em três categorias: constituintes metálicos, não metálicos e gasosos. *Esta classificação não é má; é péssima.*

Muitos constituintes não metálicos com-

portam-se nas ligas respectivas como verdadeiros metais; os constituintes gasosos dão quási sempre origem a compostos sólidos.

As leis de Henri não são válidas no caso dos metais fundidos, e, no geral, os gases não se encontram sob a forma molecular.

***

A utilização da energia eléctrica pela Metalurgia é um aspecto da sua evolução, de importância considerável pelos resultados e conseqüências, a par do interêsse sempre crescente, pelas dificuldades dos problemas, a que dá origem. Quer utilize os fenómenos térmicos, quer utilize os fenómenos de electrólise, o metalurgista dispõe no controle e conduta dos fenómenos químicos inerentes aos seus processos, um agente de fácil comando e segura obediência.

O estudo da electrólise é do domínio da Electroquímica e dêste modo, só ligeiramente fazemos referência à precipitação catódica, fenómeno de real importância para o metalurgista.

A forma e estrutura de um depósito cristalino, depende do metal e das condições de electrólise; pela variação dos factores, que condicionam esta última, podemos obter uma variedade considerável de estruturas. A tensão de decomposição de um electrólito é igual à diferença algébrica dos potenciais dos electrodos; quando o ponto de decomposição é atingido, os dois electrodos encontram-se ao potencial do depósito, e, os iões descarregam-se nos electrodos respectivos. Sob o ponto de vista electroquímico, os fenómenos de ionização do metal e descarga do ião metálico, podem ser considerados como reversíveis.

Sob o ponto de vista electrometalúrgico, tal não devemos considerar, pois certos metais industriais (Fe, Ni e Co) apresentam uma irreversibilidade considerável. O potencial de depósito de um metal é independente da natureza do cátodo — se não formarem liga metálica — pois neste caso o potencial de equilíbrio do metal é modificado.

Numa electrólise industrial é necessário ter em conta o lugar ocupado pelo metal, que nos interessa, na série das tensões, e a sobretensão (esta expressão compreendendo todos os tipos de polarização) para uma dada densidade de corrente.

A selecção nas descargas dos iões metálicos só é realizada, se a densidade de corrente é inferior a um limite determinado, característico de cada elemento, pois que, para altas densidades, a perda do catião na vizinhança do cátodo, não é compensada pela difusão. A presença no banho de pequenas quantidades de sais metálicos, além do sal a electrolizar, tem uma influência considerável sôbre a qualidade do depósito. Quando os dois metais podem ser depositados, simultâneamente, a sua presença é quási sempre nefasta. Se o segundo catião não é precipitado, então, a sua influência é nula, se o sal não é hidrolizado, ou, o hidróxido é solúvel. Se o sal é hidrolizado e o hidróxido é dotado de uma estabilidade sob a forma de sol caloidal, a influência é favorável. Sob o ponto de vista metalúrgico, podemos considerar o processo de precipitação catódica, como uma cristalização metálica.

A refinação electrolítica do cobre é a primeira aplicação da electrólise à Metalurgia. Hoje, essa aplicação estende-se, quer na purificação, quer na produção, a quási todos os metais, industriais ou preciosos. Resolvido o problema electrolítico em relação a um metal, o metalurgista alargou imediatamente o seu campo de acção, aplicando o mesmo fenómeno à obtenção de ligas metálicas. Neste caso, os potenciais de depósito devem ser sensìvelmente iguais, ou, então, devemos actuar de modo que a diferença das sobretensões tenha por efeito aproximar o valor dêsses potenciais ou ainda reduzir a concentração dos iões do metal mais nobre.

Só a título de indicação podemos fazer ligeira referência à utilização da energia eléctrica, como fonte térmica, nos métodos metalúrgicos, dada a vastidão e importância do assunto. A transformação da energia eléctrica em calor pode fazer-se por indução, resistência e arco. O aquecimento por resistência ou por arco pode ser directo ou indirecto. Os fornos a arco encontram uma

grande aplicação na indústria do ferro, aços e ferro-ligas. O seu emprêgo é justificado em todos os casos em que seja necessária uma temperatura elevada. Entre os factores do preço de custo do material elaborado nesses fornos os principais são o consumo de corrente e o consumo dos electrodos. A utilização dos electrodos contínuos de Soderberg resolveu, em grande parte, êste último problema. Os electrodos dêste tipo são fabricados sôbre o próprio forno. A pasta, de composição normal, é moldada num molde cilíndrico, que serve de protecção e suporte. A parte inferior do electrodo cozido com o calor do arco tem uma resistividade igual à dos eléctrodos ordinários. A resistividade da parte superior é maior, mas, o molde metálico serve de condutor. A tendência actual é utilizar fornos com vários electrodos, alimentado por corrente alterna trifasada mas, um forno trabalhando isolado pode apresentar um desequilíbrio de fases até 20 °/₀ que terá de ser compensado de qualquer modo. As perdas caloríficas são muito importantes e devemos tentar evitar, principalmente, as perdas por irradiação. Os aparelhos de arrefecimento conduzem a perdas exageradas, que são tanto mais importantes, quanto mais pequeno fôr o forno. As causas das perdas eléctricas são devidas aos maus contactos, ao aquecimento das partes superiores dos electrodos e ainda, à indução das massas metálicas demasiadamente próximas do circuito, donde a necessidade de emprêgo de metais anti-magnéticos, de preço sempre elevado.

O alto forno eléctrico é um forno a arco. A regularidade da marcha depende dos cuidados da sua instalação. O perfil deve ser apropriado ao minério e ao combustível. O alto forno eléctrico deve ser considerado sob o duplo ponto de vista da produção de gusa, com uma quantidade de combustível estrictamente necessária às reacções químicas e, como gerador de um gás de alto poder calorífico. Pensou-se primeiro tratar no alto forno eléctrico só minérios ricos, mas o seu perfil deve ser calculado para tratar todos os minérios e podermos utilizar os gases produzidos de uma maneira racional.

O volume da cuva e a sua altura, determinam a rapidez e a economia da produção; a altura, é limitada pela resistência mecânica do combustível. O diâmetro da bôca é limitado pelas condições mecânicas da carga e a produção é proporcional à secção efectiva das étalages. Nas tentativas de aperfeiçoamento além das questões puramente metalúrgicas, os esforços coïncidem para a obtenção de um melhor factor de potência, hoje já da ordem dos 0,92.

A electro-siderurgia e a obtenção eléctrica das ligas ferro-metálicas, são indústrias bem diferentes, a confusão só sendo possível por uma deficiência de conhecimentos.

Os fornos eléctricos, que permitem uma eliminação tão completa quanto possível do fósforo e do enxôfre, são hoje bastante vulgares e é interessante notar, que muitas vezes a energia fornecida é proveniente de centrais térmicas. Os fornos de indução são também bastante utilizados, mas têm vários inconvenientes. Um forno de indução é acima de tudo um aparelho eléctrico e portanto uma coisa delicada.

As ligas de ferro, além dos fins industriais são também utilizadas na siderurgia como desoxidantes. São entre outras, o ferro-silício, o ferro-manganês e o ferro-alumínio. O ferro-crómio, o ferro-volfrâmio, o ferro-níquel, o ferro-molibdénio e o ferro-vanádio, servem para obter os aços especiais.

Nestes aços, as impurezas só são admissíveis em limites muito apertados.

A sua composição deve ser o mais homogénea possível, pois é aos defeitos de homogeneidade e à sua repartição na massa, que devemos atribuir as más qualidades de uma peça de aço.

Os tratamentos térmicos, tão difíceis de obter nas peças de aço macio de grandes dimensões, são singularmente facilitados pela adição de níquel e crómio, que têm por efeito ampliar a zona de temperatura correspondente aos pontos de transformação, o que assegura uma uniformidade de tratamento. A introdução de pequenas quantidades de molibdénio nos aços Cr-Ni aumenta ainda a sua resistência à tracção, ao

mesmo tempo que lhes confere uma maior ductibilidade. Os aços de alto teor em crómio resistem perfeitamente à oxidação e o seu emprêgo está indicado para as peças sujeitas a temperaturas elevadas e variáveis. A indústria eléctrica deve aos aços de volfrâmio grandes progressos. Nestes aços, o crómio pode substituir o volfrâmio, em parte, e o cobalto é hoje correntemente empregado.

Os fornos eléctricos encontram largo emprêgo, não só na fusão de metais e ligas, mas ainda, em todos os tratamentos térmicos.

Os princípios físico-químicos da transformação de energia eléctrica em energia calorífica são bem conhecidos e não pertencem ao domínio da electrometalurgia; nesta, os aperfeiçoamentos que se verificaram, são sôbre pequenos e importantes detalhes, cuja exposição só é possível com o desenvolvimento prévio do assunto, em conjunto, que a finalidade e extensão dêsse artigo não permitem.

***

Para terminar, ligeiras considerações sôbre um outro aspecto da Metalurgia, para nós o mais belo e o mais interessante, onde a Matemática presta o seu concurso e a Física o seu auxílio.

A lei das fases é completamente geral; apenas, na sua aplicação, não devemos esquecer, que não há corpos absolutamente puros, nem acções físico-químicas absolutamente despresíveis, e, que, nas transformações de fase, o comportamento das substâncias cristalinas é diferente do comportamento das substâncias no estado amorfo. A sua aplicação à Metalurgia é fecunda em conseqüências e maravilhosa em resultados; o estudo das propriedades mecânicas, químicas e físicas dos produtos metalúrgicos são outros tantos capítulos da Metalurgia moderna. O estudo das relações de equilíbrio, que ligam as diferentes fases em função da temperatura, é a ciência dos diagramas térmicos. Pode limitar-se ao estudo das propriedades físicas e mecânicas, ou, então, ir até ao estudo da sua estrutura e constituïção, pela aplicação da análise térmica, química ou eléctrica.

O diagrama *composição-propriedade* é um complexo geométrico, que estabelece as relações entre as transformações físico-químicas da matéria e as transformações geométricas do espaço.

As curvas dêsse complexo podem admitir pontos singulares, que caracterizam relações constantes e racionais, *verdadeiros invariantes* em qualquer transformação química.

Se às fases de um sistema químico fizermos corresponder os elementos de um grupo, o sistema é representado por êsse grupo, e, a qualquer transformação geométrica, corresponde uma variação de estado ou transformação físico-química da matéria.

Ao *invariante geométrico* corresponde um *invariante químico*, isto é, um *corpo cuja composição se mantém invariável* qualquer que seja a transformação do sistema em equilíbrio

Êste assunto é demasiado importante para ser tratado em poucas linhas e diluído numa massa de considerações de carácter geral. Aguardemos melhor ocasião para a êle voltarmos, com o desenvolvimento que necessita e o realce que merece.

A análise térmica consiste em determinar a composição de um produto metalúrgico estudando as variações de temperatura durante a solidificação e a fusão.

Determinamos assim duas curvas — *o liquidus e o solidus* — de importância fundamental e que caracterizam o produto metalúrgico.

Se as curvas são contínuas, não admitindo, porém, um máximo ou um mínimo no intervalo limitado pelas temperaturas de fusão dos constituintes, considerados puros, o produto metalúrgico é formado por uma série de cristais mistos cujas composições variam de uma maneira contínua.

A um ponto de tangente horizontal comum às duas curvas, corresponde um máximo ou um mínimo; em alguns casos êsse ponto é simplesmente um ponto de inflexão. Ao ponto de tangência, corresponde a formação de um composto intermetálico, o qual não segue a lei da acção de massa, nem obedece

às fôrças de valência, estável para um ponto máximo e instável para um ponto de inflexão. Um ponto limite comum a duas fases é um ponto de transformação; o lugar geométrico dos pontos de transformação é uma linha de transformação. Se dois pontos de transformação admitem uma mesma temperatura, êles definem uma horizontal de monovariância. Se sôbre a horizontal de monovariância se encontra um terceiro ponto de transformação, êste só pode ser um ponto de eutéxia, real ou invertida.

Eis aqui as relações elementares que ligam a geometria da lei das fases com a análise térmica no caso dos sistemas a dois constituintes.

Para mais de dois constituintes, as linhas representativas da evolução do sistema são a intercepção das superfícies, que limitam os volumes correspondentes a cada fase.

A metolografia completa êste estudo, pois, permite-nos observar a estrutura dos produtos metalúrgicos correspondentes a um determinado estado de equilíbrio, estável ou instável, a uma dada temperatura.

A lenda da homogeneidade das ligas desaparece, os tratamentos térmicos perdem o seu carácter empírico, sendo as temperaturas de aquecimento e as velocidades de arrefecimento determinadas a priori, se bem que além dos simples fenómenos de transformação molecular tenhamos ainda a considerar os novos arranjos atómicos, postos em evidência pelos raios X. A soldadura deixou de ser uma simples operação de fundição como a Metalografia deixou de ser uma arte fotográfica.

O desenvolvimento dos processos e o número de aparelhos de soldagem eram outros tantos elementos, que podiam comprometer o seu futuro e desenvolvimento, se à execução técnica faltasse o apoio científico.

A soldadura estabelece entre as superfícies de contacto uma coesão de natureza molecular, o que implica a existência de fenómenos de três espécies: físicos (tensões e deformações), químicos (variação e decomposição) e físico-químicos (transição de fases).

A causa principal dos fenómenos físicos é a acção térmica; as dos fenómenos químicos, são a atmosfera gasosa e a alta temperatura, que dão origem a falsos equilíbrios; as dos fenómenos físico-químicos são a cristalização, segregação, dissolução e têmpera.

Aqui temos a soldadura dentro do campo científico da metalurgia, que, com outros assuntos, tais como a Termodinâmica dos pontos de transformação, Influências das altas e baixas temperaturas, Equilíbrios dos sistemas heterogéneos, Teoria das fôrças electromotrizes de dissolução e contacto nas soluções sólidas, Cinética da recristalização metálica, Aplicação dos raios X, Aplicação da Fotoelasticidade são outros tantos capítulos da Metalurgia moderna.

Evoluindo constantemente, a Metalurgia contribuíu no passado para desenvolvimento da actual Civilização, e resolve, no presente, os problemas postos em equação pela fantasia e necessidades do Homem.

I. S. T., 10 de Outubro de 1940.

Algumas considerações àcêrca do "Regulamento do Betão Armado" português

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) D. M. VIEIRA BARBOSA

No decorrer dêste estudo, e a par e passo das várias deduções, aparece em destaque o critério «vantagem económica»; longe de mim querer afirmar que, de verdade, êle se possa estabelecer sempre pela escolha de m *ou das tensões dos materiais aço-betão: aqui se estuda* ùnicamente *o valor a atribuir a* m *em face dos nossos materiais e das modernas concepções para o betão-armado.*

Se devemos ou não prescindir do seu estabelecimento, em certos casos de cálculo a que se impõe o aspecto da maior economia, *mais tarde se verá, mas tal trabalho nada tem com a série de estudos-críticos que hoje aqui inicio.*

I

(Artigos 19.º e 20.º)

Ao estabelecer um R. B. A. dentro dos tipos vulgarmente adoptados surge, como necessidade primacial, o fixar-se o valor, ou os valores, para o coeficiente de homogeneização *m* que sendo, como é, *essencialmente* um valor de cálculo, se tem de adaptar ao período no qual se faz o estudo da resistência da obra (1); não parece haver dificuldades quanto ao valor de E_a, pràticamente constante embora muitas vezes com valores bem diferentes das 2.100 t/cm² que se lhe atribue (2), mas essas dificuldades surgem quando atendemos ao de E'_b, cujo desconhecimento impediria o cálculo das deformações e do das tensões devidas à retracção e variações de temperaturas, bem como a avaliação da repartição das cargas entre o betão e o ferro.

O valor de E'_b é função da qualidade do betão (portanto da granulometria, da percentagem de água de amassadura, da dosagem do cimento e da sua qualidade), da duração e do modo de endurecimento, da intensidade da carga e da duração da aplicação desta (3), podendo afirmar-se que será tanto mais elevado quanto mais elevada fôr a sua resistência (4); por outro lado, como se sabe, as cargas permanentes trazem deformações que crescem com o tempo, donde resulta uma deminuïção de E'_b; as tensões provenientes sendo, em geral, variáveis não sòmente duma secção transversal para outra mas também nos diferentes pontos duma mesma secção, o E'_b variará, num dado momento, dum ponto a outro duma peça em carga (5).

Não se entrará com esta variação, por extremamente complexa, nos cálculos da

(1) A. Paris — «Cours de Béton Armée» — 1936.

(2) «Coeficiente de homogeneização no Betão Armado» — Bol. da Ordem dos Engenheiros, n.º 37, 1940.

(3) J. Bolomey — «Module d'elasticité du Béton» — Bul. Technique de la Suisse Romande, n.ºs 17 e 18, 1939.

(4) R. Saliger — «El Hormigon Armado» — 1940.

(5) H. Rabozée — Discussão da 4.ª questão «A retracção e as variações térmicas.....» — Congresso de Liège, 1930.

estabilidade e, assim, as fórmulas usuais da Resistência dos Materiais, no cálculo de estruturas em betão, supõem que o E'_b é o mesmo, *num dado momento,* em todos os pontos da peça considerada; não interessará, de igual modo, ao estudo para o valor de *m* , o qual se suporá ùnicamente variável, como se disse, com tudo quanto possa influir na sua resistência e tanto basta para estar longe de ser *pràticamente* constante como se pode depreender dos valores que lhe são atribuídos por muitos Regulamentos, entre os quais o português.

Segundo Freyssinet, [6] e no caso de obras armadas, o valor de *m* variará dum valor inicial *superior a 15 para betões medíocres e inferior a 4 para betões muito compactos* até um valor limite que pode passar 100 para betões muito porosos, ricos em elementos finos, submetidos a cargas elevadas ao ar sêco.

Dos ensaios de Schulé e Rös (Zürich), de Probst (Karlsruhe), de Bach e de Graf (Stuttgart), de Bolomey (Lausanne), etc., depreende-se esta grande variabilidade; Saliger [7] admite, baseado em dados experimentais, uma variação entre 100 t/cm² e 400 t/cm² para os módulos de elasticidade do betão; Santarella [8] apresenta como valores médios dêstes, para betões normais respectivamente de Cimentos Portland natural, artificial e de alta resistência, 200, 250 e 300 t/cm²; Gehler [9] aceita valores em peças virgens superiores a 300 t/cm²; Bolomey [10] refere experiências em betões com dosagens de 260kg/m³ de cimento, em que mediu E'_b , que oscilaram de 215 a 318 t/cm², e das deformações elásticas, observadas em obras de betão e de betão armado, deduz E'_b variáveis de 300 a 400 t/cm²; nos comentários ao Regulamento Suíço, transcritos por A. Paris, aceitam-se, como limites extremos habituais para os E'_b , os valores 150 e 400 t/cm².

Das notáveis experiências do Prof. Rös [11] referentes a betões plásticos de *qualidades corrente, boa e alta,* deduzem-se coeficientes de homogeneização variando respectivamente de 3,3 a 35, de 6,7 a 13,6, de 5,8 a 9,5; parece-me por tôdas estas razões *antorizadas* ficar demonstrado nada haver de extraordinário nos altos valores de E'_b que citei nas «Possibilidades e defeitos dos nossos betões» [12]; feitos, como foram, com os cimentos nacionais de tão altas qualidades de resistência, tinham fatalmente de ter E'_b diferentes daquêles que o nosso Regulamento preceitua.

De resto se tal diferença existe julgo não ser a culpa nem dos nossos betões nem de quem os prepara para estudo, visto que os materiais *são o que são* e comportam-se pelas suas características específicas e não pelo que uma prescrição regulamentar lhes quere impor.

Mas continuemos; desta variabilidade nasce o princípio de vários Reg. que estabelecem diversos valores para *m;* o ideal seria, em cada caso, poder-se calcular com o valor de *m* tão exacto quanto possível, e tôda essa já longa série de fórmulas de Taylor-Thompson, Graf, Bolomey, Saliger, Schulé, Walker, etc. que procuram relacionar E'_b com cargas de ruptura em provetes cúbicos ou prismáticos, abre caminho franco a tão desejada possibilidade.

É inegável que, quási sempre, seria *extremamente perigoso,* deixar ao calculista a arbitragem do valor de *m* e a nossa escolha tem de recair entre o admitir valores variáveis com as circunstâncias (Reg. Francês e Russo, por ex.) ou considerar um ou dois valores *intangíveis,* digamos assim (Reg. Suísso, Alemão, Português, etc.).

Entre nós, onde se constroe quási ùnicamente com três cimentos relativamente semelhantes, não me parece muito prático uma grande diversidade de valores, tanto

---

(6) Freyssinet — «Estudo sôbre as deformações lentas dos cimentos ou retracções» — Congresso de Liège, 1930.

(7) Saliger — Obra já citada.

(8) L. Santarella — «Resistance et elasticité des Bétons de Ciments Italiens» — Congresso de Liège, 1930.

(9) W. Gehler — «Festigkeit, Elastizität und Schwinden von Eisenbeton» — Congresso de Zürich, 1931.

(10) J. Bolomey — Trab. já citado.

(11) Rös — «Coefficient d'equivalence $m = \frac{E\,acier}{E\,béton}$, etc...» — Congresso de Liège, 1930.

(12) Revista da Faculdade de Engenharia — Pôrto — 1940.

mais que, se, por um lado, a última palavra com respeito ao valor de *m* não poderá ser dita enquanto se não tiver em conta a retracção do betão e das tensões que se produzem entre êste e o ferro antes que a obra seja posta em serviço [13], por outro acresce que o número de ensaios experimentais de laboratórios e em obras realizadas, não nos permite por enquanto, *nem de longe,* estabelecer critério tão minucioso.

Assim se justifica, entre nós, o tipo de Regulamento que fixa para *m* um determinado valor, e dentro dêste critério, decerto, se estabeleceram os artigos 19.º e 20.º do R. B. A. português; teremos m = 10 para a determinação das fôrças exteriores e m=15 para o cálculo dos esforços internos.

Resta saber se êste valor m = 15 estará de acôrdo com a qualidade dos nossos cimentos ou se se tornará necessário tomar outro, como m = 10, por exemplo.

As qualidades notáveis dos cimentos Portland artificiais, as resistências consideràvelmente acrescidas do betão, o E'_b elevado dêste, levam a submeter o *m* a um exame profundo com o fim de pôr em justa harmonia os valores das tensões do cálculo e a solicitação da obra executada [14]; com efeito, a melhoria progressiva dos ligantes hidráulicos acarreta a deminuïção de *m* [15], e isto tem levado diversos autores a propor modificações que se tornam necessárias na hora presente ao mesmo tempo que se procura activamente encontrar uma solução universalmente reconhecida [16].

Porque os E'_b são tão elevados, não quere dizer que se vá adoptar sempre para os cálculos um valor superior ou igual a 300 t/cm², embora nas experiências levadas a efeito na Faculdade de Engenharia do Pôrto se encontrassem valores de E'_b que aos 28 dias oscilavam entre 300 e 400 t/cm², embora certos autores achem que os E'_b, neste intervalo de tempo, definem devidamente o estado elástico do betão de super-cimentos (3 meses para o Portland ordinário) [17] ou que são os E'_b aos 90 dias os que melhor o definem [18], temos de atender a que se trata de E'_b instantâneos: ora a presença simultânea de água e de ar nos interstícios do betão faz aparecer, sob cargas instantâneas, um E'_b provisório, em geral superior ao verdadeiro que caracteriza o corpo subtraído aos efeitos capilares.

Êste módulo aparente baixa, pouco a pouco, com o tempo até se tornar igual ao E'_b verdadeiro depois de grande espaço decorrido [19]; em muitos casos, porém, os módulos instantâneos podem ter subido interêsse e convirá tomá-los no cálculo mesmo que oscilem, como entre nós, por 350 t/cm²: no caso da consideração de cargas rolantes, por exemplo [20], com directa aplicação no cálculo de pontes.

Contudo, e mesmo no caso de cargas permanentes, embora os E'_b baixem consideràvelmente com o decorrer do tempo (e entre nós, para os nossos materiais, o desconhecimento da lei de variação $E'_b = ?(t)$ é completo, julgo eu) não me parece lógico continuar com o valor 140.000 kg/cm² quando se vê a alta qualidade dos nossos cimentos, que conferem elevadíssimos módulos de elasticidade instantâneos aos betões em que entram.

Observa o Prof. Paris que se deve preferir o valor m = 10 para betões resistindo entre 200 a 230 kg/cm², mas já o valor m = 15 será mais adequado para betões de qualidade inferior (140 kg/cm²); Rös acha que os resultados são concordantes, nos limites práticos, para m = 10 e propõe êste número tanto para a flexão como para a compressão [21] acrescentando que, subsidiàriamente, as tensões admissíveis deverão ser aumentadas.

O Relator da 4.ª questão — Paul Raes — do Congresso de Liège (1930) referindo-se

(13) H. Juillard — Congresso de Zürich, 1931.

(14) Rös — Trab. já citado.

(15) Lanos — «Mémoire sur les essais des ponts en béton armé de la rue Lafayette, à Paris» — Congresso de Liège, 1930.

(16) «Il valore del rapporto fra i moduli elasticitá del ferro e del calcestruzzo» — Il Cemento Armato, n.º 4, 1939.

(17) E. Marcotte — Génie Civil, 2-VI-1934.

(18) L. Santarella — Trab. já citado.

(19) Freyssinet — «Une Revolution dans les techniques du Béton» — 1939.

(20) J. Bolomey — Trab. já citado.

(21) Rös — Trab. já citado.

aos trabalhos do Prof. Rös conclue: «os ensaios empreendidos pelo autor (Rös) no L. E. M. Z. terão uma repercussão notável porque os seus resultados servirão de base às novas prescrições suíças do betão armado».

Veja-se o resultado dos ensaios já citados do Eng.º Lanos na ponte da Rua La Fayette, projecto de Caquot: foi observado quanto havia de racional em tomar m = 10; é, aliás, a justificação prática da conclusão de Rös:

«fixando m = 10 os valores das tensões de compressão no betão e de tracção nas armaduras, obtidos pelo cálculo, correspondem de maneira completamente satisfatória às solicitações reais. É particularmente o caso para os betões de boa e de alta qualidade» ([22]).

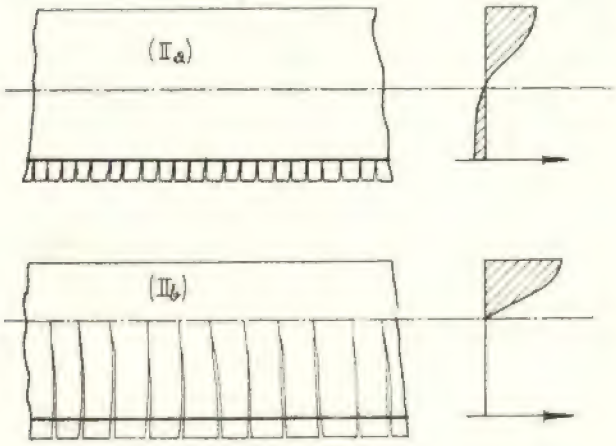


Fig. 1

Com um bom betão os valores $E'_b \cong 200.000$ kg/cm² (m = 10) correspondem ao estado de tensão que serve de bases aos cálculos: admitir $E'_b = 140.000$ kg/cm² significa ou um mau betão ou um estado próximo de rotura ([23]).

Com efeito os que foram buscar às experiências de Bach, e ao seu diagrama, o valor m = 15 (fase II_b) tomaram a peça numa fase muito mais próximo da rutura (fig. 1), do que os que aceitaram m = 10 (fase II_a); podia preguntar-se se os betões actuais dariam tensões e módulos, nas fases consideradas, comparáveis às dos diagramas de Bach.

Como já mostrei num trabalho anterior, os nossos E'_b andam por valores muito altos e, dêste modo, os *m* efectivos descem para valores mais baixos do que 10; a isto acresce a má qualidade elástica de alguns ferros que empregamos ($E_a \cong 1:650.000$ kg/cm²) o que mais baixos ainda torna êsses valores.

Se o cálculo tiver sido feito para m = 15 e o coeficiente de homogeneização tiver de facto um valor menor, há uma elevação real de tensões que pode diminuir o coeficiente de segurança adoptado duma maneira muito grave; conforme mostrei, uma peça calculada com m = 15 sofria um aumento de tensões de 40 % no betão se o *m* fôr, de facto, igual a 6 e êsse aumento será de 120 % se *m* fôr igual a 2 (betão com $E'_b = 350.000$ kg/cm², $E_a = 1.650.000$ kg/cm² sob acções de choque).

Feito o cálculo com m = 10, além de nos aproximarmos muito mais da realidade, arriscamo-nos muito menos a elevações perigosas de tensões quando *m* descer para valores mais baixos; por outro lado, como veremos adiante, se por um motivo inesperado o *m* subisse para 15 *nada sofreria* a estabilidadade da peça visto que o betão trabalharia a tensões mais baixas e as do ferro sofreriam um ligeiríssimo aumento sem importância alguma (Fritz Emperger).

Convirá, julgo eu, observar aqui o seguinte: nota-se muitas vezes uma certa confusão nas razões da escolha de m = 10 ou m = 15, visto que, das experiências de Bach, tomar aquele equivale a *aceitar* o trabalho do betão à tracção, ao passo que tomar êste equivale a considerar inadmissível tal facto.

Êste *aceitar* generalizou-se um pouco erradamente e muitos crêem que numa estrutura calculada com m = 10 o trabalho do betão à tracção entrou em linha de conta para a estabilidade através do processo de cálculo. A redacção um pouco superficial dêstes assuntos em certas obras conduz, por seu lado, a esta confusão; do Saliger,

([22]) Rös — Trab. já citado.

([23]) Probst — «État actuel de nos connaissances dans le domaine du béton et du béton armé» — Le Constructeur du Béton Armé, n.º 184, 1935.

por exemplo,—El Hormigon Armado, 1940 — «Para a determinação das cargas unitárias de trabalho, supondo que se produziriam as fendas de tracção..., adoptaremos $m = 15$».

Isto não quere dizer que os que tomam $m = 10$, como os italianos, por exemplo, aceitem ao dimensionar a peça o trabalho do betão à tracção; de facto, calculemos uma viga, de secção rectangular, com $b = 30^{cm}$, capaz de suportar um $M_{max} = 420.000$ kg × cm

$$\sqrt{\frac{M}{b}} = 118{,}5 \begin{cases} R'_b = 45 \text{ kg/cm}^2 \\ R_a = 1200 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

Com $m = 15 \rightarrow h = 44{,}5^{cm}$ e $A_a = 9^{cm^2}$
Com $m = 10 \rightarrow h = 50{,}3^{cm}$ e $A_a = 7{,}7^{cm^2}$

Em qualquer caso se verificavam as tensões por meio das expressões

$$R'_b = \frac{My}{I} \quad \text{e} \quad R_a = \frac{m\,M\,(h-y)}{I}$$

em que

$$y = \frac{\frac{by^2}{2} + m\,A_a\,h}{by + m\,A_a} \quad \text{e} \quad I = \frac{by^3}{3} + m\,A_a\,(h-y)^2$$

onde *m* tomaria, segundo os casos, os valores de 15 ou de 10.

O diagrama aceite das tensões seria o (a) da fig 2 ao passo que se aceitássemos o

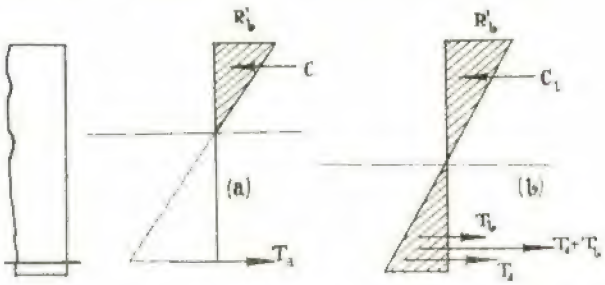


Fig. 2

betão à tracção o diagrama seria o (b) e o problema seria muito mais complexo.

Portanto, qualquer que seja o valor de *m* a peça será calculada sem o betão à tracção desde que a fórmula geral

$$h = \beta \sqrt{\frac{M}{b}}$$

seja estabelecida do diagrama (a); quem estabelece a aceitação ou não do betão à tracção é a hipótese de cálculo de que se parte e nunca o valor de *m*. Êste, como valor essencial de cálculo que é, deverá acompanhar os materiais betão-ferro nas suas características e, entre nós, consegui-lo-á muito mais com o valor 10 do que com o valor 15. A título de curiosidade: suponhamos que na secção calculada com $m = 10$ tínhamos um betão-ferro com $m = 15$; verificando as tensões nos dois valores de *m* encontrava-se

$m = 10 \rightarrow R'_b = 45$ kg/cm² e $R_a = 1200$ kg/cm²
$m = 15 \rightarrow R'_b = 38{,}5$ kg/cm² e $R_a = 1218$ kg/cm²

o que comprova a afirmação que fiz anteriormente.

***

Notámos já que com $m = 10$ se gasta mais betão, ao contrário do ferro que se poupa, em relação ao cálculo feito com $m = 15$; se se demonstrar que o tomar $m = 10$ não acarreta um maior dispêndio, nem sequer razões de ordem económica se poderão contrapor à escolha de $m = 10$.

A expressão geral de cálculo das secções rectangulares armadas à tracção *qualquer que seja M* é, como se sabe

$$h = \beta \sqrt{\frac{M}{b}} \quad \text{onde} \quad \beta = \frac{1 + \frac{R_a}{m\,R'_b}}{\sqrt{\frac{R_a}{2\,m} + \frac{R'_b}{3}}} \qquad (^{24})$$

sendo assim, porque $\sqrt{\frac{M}{b}}$ é sempre constante qualquer que seja *m*, para dois valo-

(24) Magnel—«Practique du Calcul du Béton Armé» — 1931.

res do coeficiente de homogeneização m e m_1 teremos

$$h = k \frac{m R'_b + R_a}{m R'_b \sqrt{\frac{R_a}{2m} + \frac{R'_b}{3}}}$$

e

$$h_1 = k \frac{m_1 R'_b + R_a}{m_1 R'_b \sqrt{\frac{R_a}{2m} + \frac{R'_b}{3}}}$$

o que permite escrever a relação

$$\frac{h}{h_1} = \frac{m_1 (m R'_b + R_a) \sqrt{\frac{R_a}{2m_1} + \frac{R'_b}{3}}}{m (m_1 R'_b + R_a) \sqrt{\frac{R_a}{2m} + \frac{R'_b}{3}}},$$

quando $m = m_1$ virá $h = h_1$, mas quando $m_1 < m$ teremos $h_1 > h$ o que mostra que a diminuïção de m acarreta um maior dispêndio de betão (curva 1, gráfico 1).

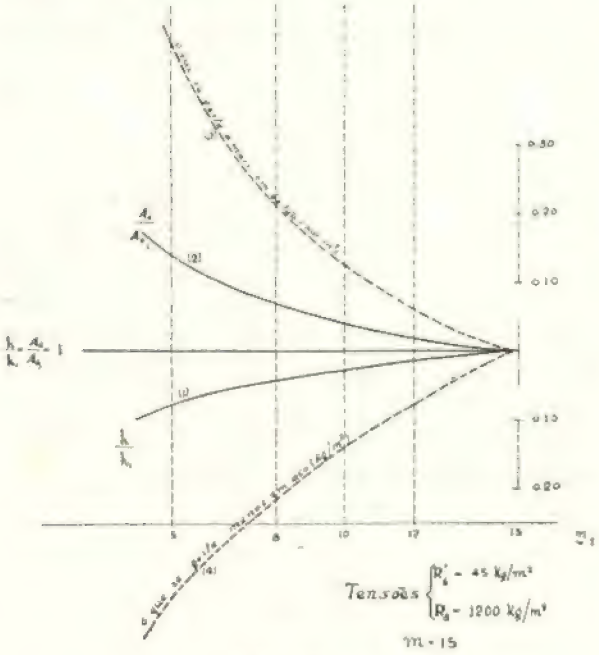


Gráfico 1

Por outro lado a expressão geral que nos permite determinar a armadura de tracção *qualquer que seja m* é

$$A_a = \lambda b h \quad \text{onde} \quad \lambda = \frac{m R'^2_b}{2 R_a (m R'_b + R_a)}$$

ou, o que é o mesmo,

$$A_a = \frac{m R'^2_b}{2 R_a (m R'_b + R_a)} \times \frac{1 + \frac{R_a}{m R'_b}}{\sqrt{\frac{R_a}{2m} + \frac{R'_b}{3}}} \sqrt{Mb}$$

E de igual modo nos aparece a relação

$$\frac{A_a}{A_{a_1}} = \frac{\sqrt{\frac{R_a}{2m_1} + \frac{R'_b}{3}}}{\sqrt{\frac{R_a}{2m} + \frac{R'_b}{3}}}$$

da qual se conclue que quando $m_1 < m$ teremos $A_{a_1} < A_a$, o que mostra que a diminuïção de m acarreta um menor dispêndio de ferro (curva 2, gráfico I).

Do estudo destas duas curvas se deduzem as (3) e (4) que permitem medir o que se gasta a mais em betão e a menos em ferro, respectivamente; tomando $m = 15$ chega-se ao seguinte quadro:

Valores de m_1	O que se gasta a *mais* em betão	O que se gasta a *menos* em ferro
12	+ 0,065 h	— 0,080 A_a
10	+ 0,130 h	— 0,142 A_a
8	+ 0,215 h	— 0,218 A_a
5	+ 0,450 h	— 0,360 A_a

Suponhamos que com $m = 15$ havia um metro cúbico de betão com a secção $h \times b$ e o comprimento l (não entro com a espessura de revestimento por ser independente do cálculo); baixando m passa a haver $(h + \eta h)\, bl^{m3}$ ou seja: um excesso $\eta\,(1^{m3})$.

Com $m = 15$ havia $(\lambda\, b.\, h.\, l.\, \Delta)$ kgs. $= \gamma\Delta$ kgs. de aço, e para um valor de m mais baixo teríamos uma economia de $\gamma.\lambda.\Delta$ kgs. Se 1 m³ de betão custa R ($) gasta-se η R ($) a mais e se um kg. de aço custa Q ($) gasta-se $\gamma.\lambda.\Delta.$ Q ($) a menos; haverá economia quando

$$\gamma.\lambda.\Delta.\, Q\,(\$) > \eta\, R\,(\$)$$

Para exemplo:

R = 180$00 e Q = 2$40 (m = 10)

Teremos

$$0{,}142 \times 7.900 \times 2\$40 \times \lambda > 0{,}130 \times 180\$00$$

o que quere dizer que desde que as tensões fixadas sejam 45 kg/cm² e 1200 kg/cm² para o betão e para o ferro, respectivamente, haverá economia logo que a percentagem λ de ferro ultrapasse 0,8 %; se as tensões consideradas forem de 80 e 1200 kg/cm² a percentagem, além da qual começa a haver economia, será de 0,7 %.

Conclusão

Parece-me poder concluir que dentro das qualidades excelentes de resistência dos nossos cimentos é mais racional para *m* o valor *10* do que *15* e só experiências posteriores, devidamente orientadas, mostrarão se temos ou não de ir procurar ainda valores mais baixos; tomando $m = 10$ colocamo-nos desde já muito mais na realidade e ligamo-nos de perto com as mais modernas orientações técnicas do betão armado.

Para percentagens ligeiras de ferro (nas secções rectangulares, pelo menos) há um pequeníssimo excesso de despesa que será mais do que compensada pela certeza de se trabalhar dentro de melhor segurança; logo, porém, que essa percentagem vai subindo a construção passa a ser mais económica e tanto mais quanto mais elevados forem as tensões de que se parte.

Uma peça calculada com $m = 10$ sofrerá muito menos se *m* passar a *5* ou *3* do que se tivesse sido calculada com $m = 15$; se por um acaso, bem pouco provável com os nossos betões o valor *m* aumentar para *12* ou *15* o betão fica ainda em melhores condições de trabalho e as tensões no ferro sofrem ùnicamente um aumento ligeiríssimo sem importância alguma.

Portanto com $m = 10$ podemos partir de tensões muito mais elevadas do que com $m = 15$ e, sendo assim, aquela aparente falta de economia que citei para percentagens fracas, desaparece para dar lugar a uma economia franca e real.

Concluindo: *Com $m = 15$ gastamos mais, construindo pior; com $m = 10$ podemos gastar menos construindo melhor.*

Uma observação final — Casos há em que o R. B. A. precisa deixar a liberdade ao técnico construtor de considerar o *m* tal qual êle é de facto, e um exemplo frizante dá-se quando quisermos criar artificialmente no betão esforços iniciais de compressão destinados a reduzir ou a anular as tensões de tracção que deveria normalmente suportar sob a acção da carga, isto é: obrigando as armaduras a suportar tensões preliminares, como Freyssinet aconselha. Aqui não poderemos partir de valores *regulamentares* mas sim de valores *de facto* senão o resultado seria, em muito casos, desastroso!

Não me parece utopia começar a ver estas possibilidades construtivas entre nós e procurar que novas prescrições regulamentares a elas se adaptem; são processos de grande economia, com grande margem de realização, que já Dischinger aplicou na ponte de Alsleben em 1928 e que Könen preconizara já em 1907.

Porque razão não havemos nós de os olhar, bem de frente, em 1940?!

PASSAGEM SUPERIOR NA AUTO-ESTRADA LISBOA-CASCAIS

TRECHO DA ESTRADA MARGINAL LISBOA-CASCAIS

MIRADOURO NO FUTURO PARQUE FLORESTAL DE MONSANTO

Betoneira "Sefelder" com movimento sôbre carris, empregada no fabrico de betão para o pavimento da auto-estrada Lisboa-Cascais.

A máquina apiloadora e acabadora "Dingler" terminando a construção de uma placa de betão no pavimento da auto-estrada Lisboa-Cascais.
À frente vê-se o betão da camada inferior da lage seguinte.
No primeiro plano vê-se uma junta transversal.

Aspecto do betão do pavimento da auto-estrada Lisboa-Cascais após a conclusão de uma placa.

TÚNEIS DO CANAL DO TEJO

PELO ENG.º CIVIL E. M. LUÍS VEIGA DA CUNHA

A obra de construção do Canal do Tejo, destinado ao abastecimento de água a Lisboa, tem sido executada por troços, a que têm correspondido empreitadas distintas.

No primeiro trôço, entre Sacavém e Carregado, ficaram compreendidos 23 túneis na extensão total de 3.768^{m}.

O segundo trôço prolongou o canal para jusante, até aos Olivais e compreendeu mais 2 túneis, um com 1.280^{m} e outro com 288^{m}.

O terceiro trôço, recentemente concluído, prolonga o canal para montante até próximo da Azambuja e compreende mais 3 túneis com o comprimento total de 623^{m}.

Temos assim, em 42 km de canal, 5.961^{m} de túnel, dos quais 5.338^{m}, correspondentes ao primeiro e segundo troços, foram executados por igual processo de construção, pois foram simultâneas as empreitadas de cada um daqueles troços e dadas à mesma firma empreiteira, embora adjudicada a segunda um ano depois de iniciada a primeira.

Nos túneis do terceiro trôço seguiu-se processo de construção diferente e é exactamente desta diferença da maneira de construir que pretendemos dar notícia.

Nos projectos das duas primeiras empreitadas, o cálculo da canalização de betão armado da parte livre do canal conduziu-nos ao revestimento dos troços em túnel, cujo perfil é o indicado na figura 1: um primeiro revestimento de betão pobre de 0^{m},15 de espessura média, fazia a regularização da escavação ao mesmo tempo que servia de cofragem exterior à canalização; esta, de betão armado de 450 kgs de cimento, foi projectada com 0^{m},15 de espessura e duas armaduras iguais, cada com 18 ferros de 1/2" por ml em directrizes e 116 ferros de 3/8" em geratrizes.

Na hipótese de cálculo estabelecida para êste revestimento considerou-se a canalização apoiada num berço ou coxim de

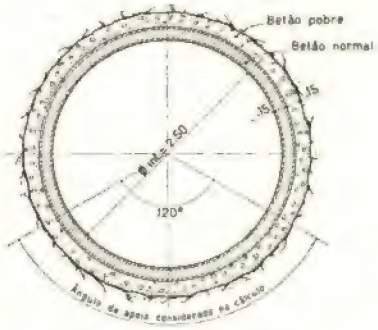


Fig. 1

terra correspondente ao ângulo ao centro de 120° (fig. 1).

O projecto não fixou a forma de executar a construção, deixando por conseqüência nesse particular liberdade aos empreiteiros concorrentes, mas pelo caderno de encargos ficaram obrigados à descrição pormenorizada do processo de construção a adoptar.

Primeiro processo de construção

A firma Waldemar J. d'Orey, Ltd.ª, que tomou o encargo das duas primeiras empreitadas da obra propôs fazer o revestimento dos túneis, depois de abertas as correspondentes galerias em todo o seu comprimento, pelos processos de escavação e entivação correntes, substituindo na ocasião do revestimento definitivo as portadas de madeira da entivação por um primeiro revestimento de blocos de betão pobre, em lugar do revestimento contínuo no projecto.

Êste revestimento, ao conceber o projecto, imaginou-se executado simultâneamente com a perfuração do túnel, à volta

duma cofragem metálica que avançava com a escavação.

Mostrou depois a prática da obra, cujos terrenos quási sempre secos e consistentes algumas vezes dispensavam por completo a entivação, que o revestimento prévio com blocos se tornava desnecessário na maior parte dos túneis. O empreiteiro foi então autorizado, a pedido seu, a executar o revestimento de betão armado directamente contra as terras das galerias, passando o revestimento a ter $0^m,19$ de espessura, para aumentar de $0^m,04$ o recobrimento da armadura exterior.

Só em casos especiais de túneis em argilas moles se manteve o revestimento de blocos, como meio de suportar as terras até à execução do revestimento de betão armado.

Sem pormenorizar o processo seguido na execução do revestimento definitivo mencionaremos que o revestimento se executava por apiloamento manual, com cofragem de madeira e por duas partes ou fases: a parte inferior do revestimento executava-se por troços de $7^m,20$ de comprimento, abrangendo um ângulo de 260°, além do qual já não era possível fazer o apiloamento pela parte superior dos moldes; a segunda parte, constituída pela superfície restante, era executada por troços apenas de 1^m, para que o apiloamento se pudesse fazer de tôpo, no sentido do comprimento do túnel. Esta segunda parte de revestimento tinha lugar só depois de feita a primeira em todo o comprimento do túnel. Entre a execução

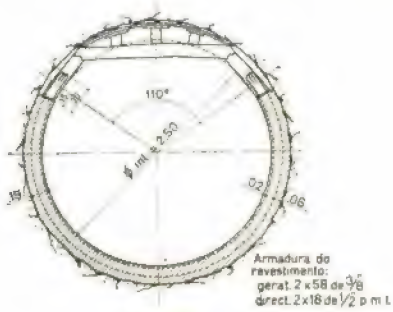


Fig. 2

das primeira e segunda partes do revestimento as portadas da entivação do teto da galeria eram substituídas por outras, apoiadas na parte inferior do revestimento primeiramente executado (fig. 2).

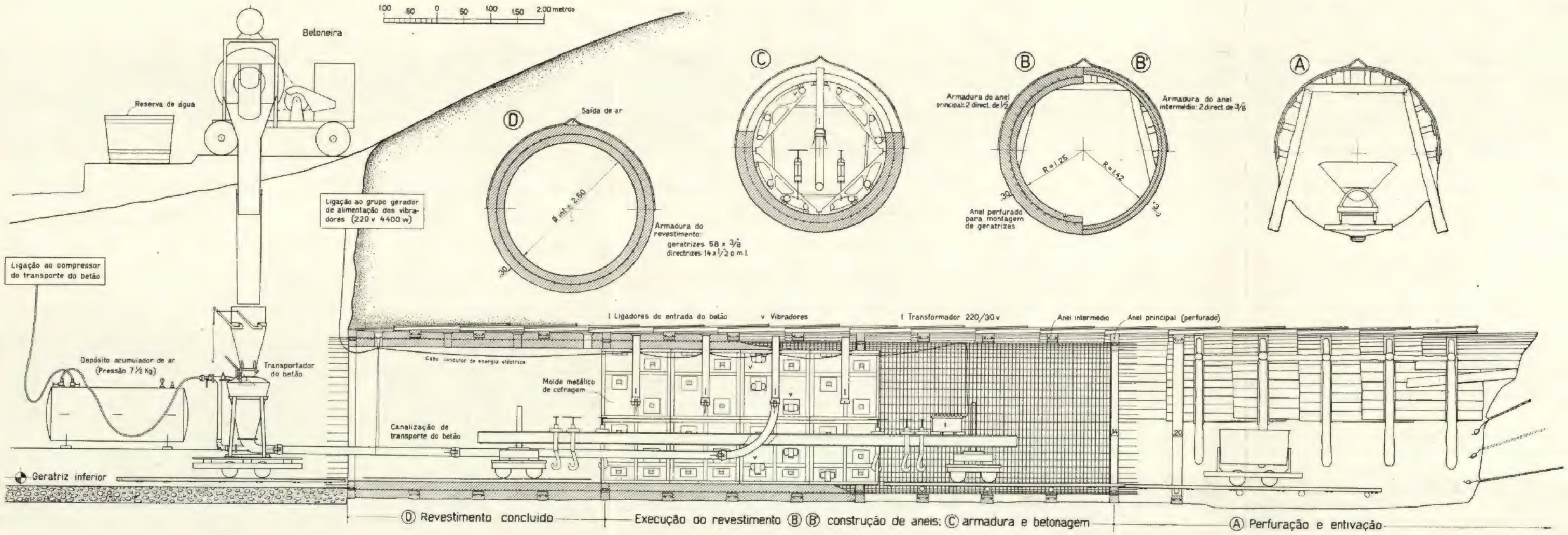
Finalmente, tôda a superfície interna do revestimento era picada e rebocada com argamassa de cimento e areia, de 800 kgs de cimento, por zonas ou quarteladas longitudinais executadas alternadamente, de modo a permitir o deslocamento dos andaimes e o trânsito do pessoal.

Fazendo a crítica do processo de construção podemos resumir nos seguintes os seus inconvenientes principais, observados nas duas primeiras empreitadas do canal:

— muitas fases de construção, o que tornava a obra particularmente difícil logo que as terras dos túneis ofereciam más condições de segurança, por se exigirem então especiais cuidados na sucessão dos trabalhos das diferentes fases;
— grande dificuldade de betonagem, por ser esta manual e por conseqüência inapropriada à pequena espessura do revestimento e grande quantidade de ferro da armadura (percentagem da armadura transversal de cêrca de 2 %);
— a betonagem da zona inferior do revestimento era muito prejudicada logo que havia infiltrações de água no túnel chegando o betão, embora em casos excepcionais, a não fazer presa completa em parte da espessura do revestimento, por se misturar com a água carregada de argila que se acumulava na galeria durante a betonagem;
— numerosas juntas de betonagem prejudiciais à estanqueidade e resistência da canalização; e nas juntas longitudinais das duas partes de revestimento havia grande acumulação de ferro, resultante dos ganchos das sobreposições;
— necessidade de fazer um rebôco final, de muito difícil execução, para regularizar a superfície interna da canalização.

***

No projecto do 3.º trôço de canal modificámos o perfil de revestimento dos túneis



Esquema geral das fases de construção dos túneis do 3.º trôço do Canal do Tejo

dos primeiros projectos e fixámos obrigações ao empreiteiro quanto à forma de o executar, tendo em vista anular ou reduzir os inconvenientes do processo de construção das primeiras empreitadas.

A prática das obras das primeiras empreitadas mostrou-nos:

— que o terreno atravessado pelo canal, em regra suficientemente sêco, dispensa sem inconveniente qualquer revestimento prévio dos túneis, desde que se tomassem precauções quanto à forma de fazer a betonagem do revestimento final, seguindo a pouca distância a perfuração das galerias;
— que o terreno, em regra suficientemente resistente, oferece apoio ao revestimento dos túneis até ao diâmetro horizontal, permitindo aumentar conseqüentemente o berço de apoio da canalização de 120° para 180°, melhorando as condições do cálculo da obra;
— que as duas armaduras e pequenas espessuras do revestimento dificultavam muito a betonagem manual e que nem sempre as duas armaduras ficavam bem colocadas na massa.

Baseados nestas observações, no intuito de melhorar as condições de execução dos túneis procuramos modificar o projecto tendo em vista:

a) dar maior espessura ao revestimento de betão;
b) reduzir a Secção do ferro da armadura;
c) obrigar o empreiteiro, pelas condições do caderno de encargos, a fazer a betonagem do revestimento por troços completos executados por uma única betonagem e a pequeno intervalo de tempo da abertura das galerias.

Das novas condições de cálculo da obra resultou a possibilidade de construir o revestimento do túnel com a espessura de $0^m,30$ e com uma armadura única, circular colocada a meia espessura da parede, formada por 14 directrizes de 1/2" por metro linear, em vez de 36 de igual diâmetro anteriormente empregadas.

O aumento de volume de betão e o pequeno aumento de volume de terraplenagens foram compensados, ainda com economia, pela redução do ferro da armadura e diminuïção da dosagem de cimento, pois reduzimos para 350 kg aquela dosagem, em face dos resultados obtidos anteriormente, quer em resistência, quer em estanqueidade.

Dêste modo, ao mesmo tempo que facilitámos a execução da betonagem pelo estudo do novo perfil do revestimento, tornamos obrigatória a execução dos túneis por troços completos de pequena extensão (50^m), onde os trabalhos do revestimento seguissem de perto os da escavação, e impusemos a execução do revestimento por uma única betonagem, com vibração do betão e por comprimentos mínimos de 1^m.

É o processo agora seguido na construção do 3.° trôço de canal, proposto pela Sociedade Nacional de Canalizações, Ltd.ª, que passamos a descrever de maneira muito geral, mas focando em particular os bons resultados obtidos.

Segundo processo de construção

1 — Os túneis são divididos em troços de igual comprimento (cêrca de 50^m, como fixou o caderno de encargos) nos quais se alternam os trabalhos de escavação com os trabalhos de construção do revestimento definitivo.

Reduz-se dêste modo o longo período correspondente à abertura das galerias em todo o seu comprimento, durante o qual o túnel se ia arruinando progressivamente, desagregando-se as terras pelo secar dos terrenos ou pelo trabalho das águas e formação de lamas.

2 — A entivação, com portadas de toros de pinho e encostilhos faz-se cuidadosamente em cofragem contínua até ao diâmetro horizontal, e disposta de forma cilíndrica, de modo a servir de cofragem exterior ao revestimento definitivo (fig. A).

Com esta cofragem perdida dispensa-se a regularização da superfície da galeria, na ocasião de iniciar o revestimento de betão armado, e aumenta-se a segurança do trabalho evitando os desprendimentos de terras.

3 — Após a abertura completa dum trôço de galeria, uma primeira brigada de revestimento constrói junto de cada portada, e destinado a substitui-la, um anel de betão com a secção de $0^m,14 \times 0^m,20$, ligeiramente armado (fig B).

Como as portadas da entivação da galeria haviam sido colocadas a intervalos de $1^m,20$. ficam os anéis igualmente espeçados de $1^m,20$.

De quatro em quatro anéis constrói-se um anel maior, com a secção de $0^m,30 \times 0^m,14$. Estes anéis espeçados conseqüentemente de $4^m,80$, limitam o comprimento de revestimento definitivo executado por cada betonagem (fig. B).

As portadas de madeira são depois retiradas e o túnel fica pronto a receber a armadura.

Os anéis maiores dispõem de tantos orifícios a meio quantos os ferros das geratrizes da armadura, servindo por isso os anéis ao mesmo tempo de mestras para a montagem desta.

Desaparece assim tôdas as fases da construção, muito difícies de executar para manter a entivação provisória durante a construção da armadura e depois de executado o revestimento da parte inferior.

4 — A construção da armadura faz-se no interior do túnel, passando as geratrizes nos orifícios dos anéis principais, como já dissemos, e ligando-os às directrizes formadas por anéis circulares completos fechados tôpo a tôpo por soldadura, fabricados no estaleiro geral.

Desta forma suprimem-se tôdas as sobreposições dos ferros das directrizes.

5 — A pouca distância da equipa de construção da armadura procede-se à betonagem do revestimento definitivo do túnel.

Apoiado nos anéis principais monta-se o molde metálico, com o comprimento de $4^m,80$, formado por segmentos aparafusados entre si, o qual constitui a cofragem interior (fig. C).

6 — A betonagem faz-se por transporte mecânico do betão e vibração eléctrica, com vibradores ligados a patilhas fixas ao molde metálico.

Um compressor de ar introduz as massas alternadamente por quatro ligadores fixos na parte superior do molde.

Com êste processo de enchimento evitam-se os inconvenientes do grande número de juntas de betonagem, garantindo-se no entanto, pelo pequeno comprimento de cada trôço betonado ($4^m,80$), a livre contracção do betão.

O desenho junto facilita a compreensão do processo de construção descrito e completa o que dissemos, propositadamente sem grande número de pormenores, pois é apenas nossa intenção fazer notar a melhoria conseguida com forma actual de executar o revestimento dos túneis do canal do Tejo, com um processo de construção que se pode considerar perfeito.

A constante de Arrhenius e a inversão da sacarose em meio clorídrico concentrado

PELO DR. ARTUR DE SOUSA

Introdução

A inversão da sacarose é desde há um século aproximadamente, um dos métodos clássicos da cinética química. Com efeito, êste método polarimétrico não sòmente permite estudar com precisão a velocidade de hidrólise, mas também oferece um grande número de vantagens nas medidas de cinética e de catálise.

Neste domínio efectuaram-se muitos trabalhos e os frutos destas pesquisas são tão numerosos quão interessantes. Contudo quási tôdas estas investigações sôbre a inversão da sacarose têm sido feitas em presença de catalisadores diluidos e isto por duas razões: em primeiro lugar a técnica usual não permitia a execução de determinações cinéticas com catalisadores concentrados (HCl 3 a 4 vezes normal, por exemplo) e as dificuldades de ordem prática desviaram os experimentadores dêste caminho; depois não se via interêsse em trabalhar em meio concentrado.

É sabido que os electrólitos fortes, principalmente numa forte concentração apresentam anomalias difíceis de explicar. Só depois dos resultados interessantes da teoria termodinâmica dos electrólitos se viu a utilidade e mesmo a necessidade de efectuar as medidas em presença de catalisadores concentrados. Com efeito, é mais fácil demonstrar a existência de proporcionalidade entre a constante de velocidade e a actividade termodinâmica dos catalisadores concentrados, que entre a constante de velocidade e a concentração [1]. Por outro lado um certo número de propriedade dos electrólitos concentrados estão ligadas à actividade.

Estas considerações sôbre os electrólitos concentrados levaram-nos a fazer medidas da inversão da sacarose em meio catalisador concentrado. Escolhemos para catalisador o ácido clorídrico, efectuando as determinações da constante de velocidade para concentrações de HCl variando de 0.1 Moles [1] a 4.2 Moles Trabalhámos à temperatura de $25^{\circ} \pm 0^{\circ}.05$ C [2], mas um dos nossos colegas ( ) efectuou as medidas com as mesmas concentrações de ácido e de sacarose, à temperatura de $0^{\circ} \pm 0^{\circ},05$ C. Servímo-nos também dos seus resultados para verificar se a constante de Arrhenius é válida em presença de um catalisador concentrado.

Parte teórica

Do ponto de vista da cinética química, pode-se explicar o acréscimo da velocidade de reacção em função da temperatura pelo aumento do número de choques, mas esta teoria não conduz a uma fórmula prática que permita calcular o aumento da constante de velocidade em função da tempera-

---

(1) Arthur de Sousa, «L'activité de l'ion H et l'hydrolyse de l'acétate de méthyle en milieu chlorhydrique concentré». (Tese de doutoramento, Lausana).

(1) Mostraremos mais adiante como se calcula a molaridade no caso do ácido clorídrico e sacarose.

(2) Ver: «La catalyse par les acides en rapport avec la concentration et activité des ions hydrogène», publicado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lausana, Junho de 1937.

Consultar as nossas comunicações feitas à Société Vaudoise des Sc. Nat., em 27 de Maio de 1937 e em 2 de Março de 1938.

(3) J. Rochat: «L'activité de l'ion H et l'inversion du saccharose en milieu Chlorhydrique concentré», (Tese de doutoramento, Lausana).

tura. Contudo Arrhenius [1], baseando-se sôbre considerações de termodinâmica química, chegou a uma relação empírica que até aqui tem sido, utilizada com sucesso [2] no caso da inversão da sacarose desde que se deseje calcular a constante de velocidade K_2 a uma temperatura T_2, conhecendo a constante da velocidade K_1 da mesma reacção à temperatura T_1. A fórmula de Arrhenius é a seguinte:

$$\log \frac{K_2}{K_1} = A\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \qquad (1)$$

onde A = constante (constante de Arrhenius)

K_1 = constante de velocidade a temperatura T_1.

K_2 = constante de velocidade à temperatura T_2.

Contudo Arrhenius, pretendendo justificar esta expressão, foi obrigado a fazer certas hipóteses graças às quais explica o emprêgo da sua fórmula. Vamos explicar brevemente em que consiste o seu raciocínio.

Em primeiro lugar admite dois tipos de moléculas, «activas» e «passivas», e a existência de um certo equilíbrio entre elas [3]. O número de moléculas «activas» é suposto muito pequeno em comparação com o número de moléculas «passivas». A elevação da temperatura desloca muito fàcilmente e de maneira bem nítida êste equilíbrio.

Arrhenius demonstra a expressão (1) da seguinte maneira: Seja X a constante de equilíbrio entre as moléculas «activas» e «passivas». Em virtude do teorema de van't Hoff, poderemos escrever:

$$\frac{d \log X}{dT} = \frac{q}{R T^2} \qquad (2)$$

onde q é quantidade de calor absorvido na transformação duma molécula grama do estado passivo ao estado activo. Supondo que q é constante num intervalo grande da temperatura podemos substituir q/R por uma constante A. Integrando a expressão (2) entre os limites de temperatura T_1 e T_2 teremos:

$$\log \frac{X_{T_2}}{X_{T_1}} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{q}{R T^2} dT \qquad (3)$$

$$\log \frac{X_{T_2}}{X_{T_1}} = A\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \qquad (4)$$

Admitindo que a concentração das moléculas activa C_a é muito fraca em comparação com a das moléculas passivas C_p, podemos estabelecer a relação aproximada:

$$C_p = C_{\text{sacarose total}} \qquad (5)$$

Considerando duas temperaturas diferentes T_1 e T_2, veremos, segundo a lei de acção de massas de Guldberg et Waage, que a velocidade de reacção à temperatura T_1.

$$\left(\frac{dX}{dT}\right)_{T_1}$$

é proporcional a C_a, o que nos permite escrever:

$$\left(\frac{dX}{dT}\right)_{T_1} = h \,.\, C_a = h \,.\, X_{T_1} \,.\, C_p = \qquad (6)$$
$$= h \,.\, X_{T_1} \,.\, C_{\text{sacarose total}}$$

onde h é um constante de proporcionalidade (que se pode chamar constante de velocidade embora a experiência não permita a sua determinação). Designando hX_{T_1} por K_{T_1}, poderemos escrever:

$$\left(\frac{dX}{dT}\right)_{T_1} = K_{T_1} \,.\, C_{\text{sacarose total}} \qquad (7)$$

em que K_{T_1} é a constante de velocidade observada à temperatura T_1. Fazendo um

---

(1) Zeitschrift für physikalische Chemie *4*, p. 226 (1889).

(2) Zeitschrift für physikalische Chemie *2*, p. 195 (1888).

(3) Esta hipótese é, até certo ponto, confirmada pelos resultados experimentais de Baly e Rice (Trans. Chem. Soc. p. 1475, 1912) resultantes de observações espectrométricas.

raciocínio análogo teremos para a temperatura T_2:

$$\left(\frac{dX}{dT}\right)_{T_2} = h' . X_{T_2} . C_{\text{sacarose total}} \qquad (8)$$

e

$$\left(\frac{dX}{dT}\right)_{T_2} K_{T_2} . C_{\text{sacarose total}} \qquad (9)$$

As expressões (6) e (8) permitem escrever:

$$\frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \frac{h' . X_{T_2}}{h . X_{T_1}} \qquad (10)$$

Tomando os logaritmos dos dois membros da expressão (10) teremos:

$$\log \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \log\left(\frac{h'}{h}\right) + \log\left(\frac{X_{T_2}}{X_{T_1}}\right) \qquad (11)$$

A-fim-de chegar á relação (4) Arrhenius foi obrigado a admitir que $h = h'$. Neste caso:

$$\log \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \log\left(\frac{X_{T_2}}{X_{T_1}}\right) \qquad (12)$$

mas com o

$$\log \frac{X_{T_2}}{X_{T_1}} = A\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

chegamos à relação de Arrhenius:

$$\log \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = A\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

onde *A* é precisamente a constante de Arrhenius, que nos interessam no presente trabalho. A justificação que Arrhenius dá para a relação (1) resulta de três hipóteses, como vimos:

1.º — A existência de molécula activas e passivas.

2.º — Uma concentração muito fraca das moléculas activas comparada com a das moléculas passivas.

3.º — A igualdade de h e h' na relação (10).

Pareceu-nos portanto prudente verificar a constancia de *A* para o caso da inversão da sacarose feita a duas temperaturas diferentes, e para uma grande variação de concentração do catalisador. O valor de *A* para os logaritmos neperianos é 12.820, enquanto que com os logaritmos decimais se obtém $A = 5.568$.

É prudente deduzir o valor de *A* quando se conhece, para uma mesma reacção, as constantes de velocidade a duas temperaturas. Sejam K_1 e K_2 as constantes de velocidade correspondentes às temperaturas T_1 e T_2. Da relação (1) deduz-se

$$A = \log \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \qquad (13)$$

Parte experimental

Determinámos a 25.º ± 0,05.º, C, as constantes de velocidade por uma série de medidas de inversão da sacarose catalisada pelo ácido clorídrico. Enquanto a concentração da secarose permanecia constante (11,42 gr por 100 cc. de solução) a do ácido clorídrico variou de 0,1 Moles a 4,2 Moles. Tivemos que adoptar uma técnica especial para as velocidades grandes. Com efeito quando a concentração do catalisador atinge 4,2 Moles, a reacção não dura mais que alguns minutos enquanto que à concentração de 0,1 Moles ela dura aproximadamente 1 dia. Falaremos dos detalhes desta técnica nova num próximo artigo. Notemos que a temperatura foi mantida constante a ± 0,05º graças um dispositivo especial. Desta maneira obtivemos constantes muito boas como mostra a fig. 1.

Doutro lado, a-fim-de ter uma outra série de constantes de velocidade a uma temperatura diferente e para as mesmas concentrações, utilizámos os valores do nosso colega J. Rochat que efectuou as medidas de inversão a 0.º ± 0,05.º C e a quem agradecemos os resultados comunicados. O quadro N.º 1 dá uma lista das concentrações do catalisador e as constantes obtidas por Rochat e por nós. A regularidade das constantes obtidas a 0º, resulta da fig. 2.

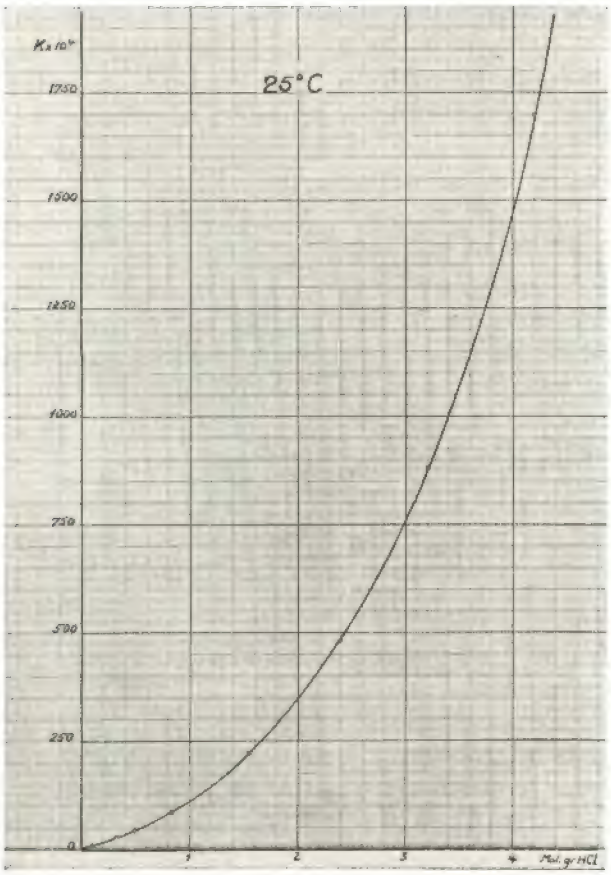


Fig. 1

Quadro N.° 1

Mol Gramas HCl em 1000 gr de água	$K_{25}\,o \times 10^1$	$K_0\,o \times 10^1$
0,1024	7,7	0,15
0,321	27,6	0,56
0,464	43,4	0,86
0,830	85,7	1,73
1,555	223,3	4,95
2,390	477,9	10,8
3,210	877,9	20,7
4,200	1697,0	40,7

Antes de passarmos ao cálculo da constante de Arrhenius vamos mostrar como calculámos a molaridade das nossas soluções, conhecendo a concentração da sacarose e do ácido clorídrico.

Por molaridade entendemos o número de moléculas-gramas de substância em 1.000 gr de água. Esta notação moderna é muito cómoda nos cálculos de termodinâmica química e é esta a razão pela qual nós a utilizámos de preferência à concentração normal. A molaridade calcula-se com êrro inferior a 1 % pela fórmula:

$$m = (1 + 0{,}02\,C)\,C\,\frac{1000}{1000 - 0{,}63\,p} \qquad (14)$$

em que p = número de gramas de sacarose dissolvidas em um litro de solução.

C = normalidade do ácido clorídrico.

Aplicando a fórmula 13 obtivemos os valores de *A* reproduzidos no quadro N.° 2.

Quadro N.° 2

Conc. Normal HCl	Molaridade HCl	$K_{25}\,o \times 10^1$	$K_0\,o \times 10^1$	A
0,095	0,1024	7,7	0,15	5561
0,296	0,321	27,6	0,56	5509 (?)
0,454	0,494	43,4	0,86	5542
0,757	0,830	85,7	1,73	5516
1,400	1,555	223,3	4,95	5444
2,120	2,390	477,9	10,8	5356
2,805	3,210	877,9	20,7	5295
3,600	4,200	1697	40,7	5271

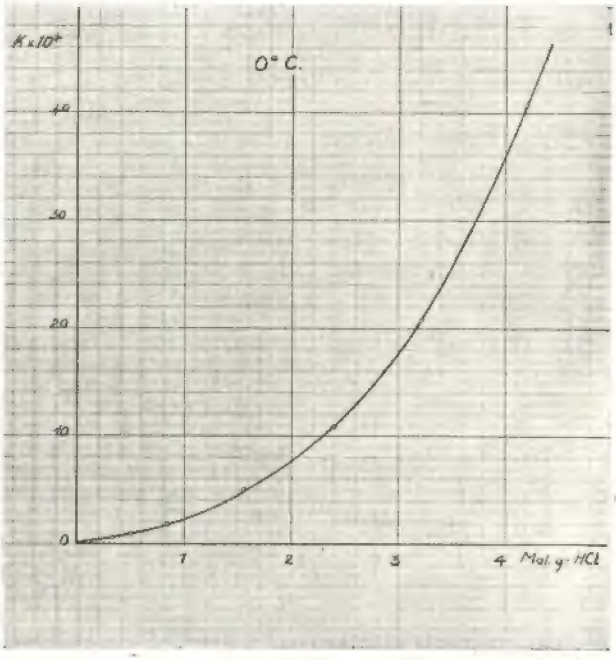


Fig. 2

O BESOIRO

XESTOBIUM RUFO-VILLOSUM

Entre os escaravelhos deve ser êste o mais conhecido devido aos grandes estragos que causa nos monumentos históricos e construções antigas. Medindo uns oito milímetros de comprimento é de uma côr castanha escura pintalgada de manchas peludas amareladas que lhe dão um aspecto matizado.

O seu «Ciclo Vital» varia entre três a quatro anos.

O insecto adulto produz aquele «tic tic» que lhe dá o seu nome. É possível que êsse zumbido seja um entendimento entre os dois sexos.

Aparecem entre Abril e Junho e põem então os seus ovos nos buracos, rachas, etc. A incubação tem lugar passadas 2 a 8 semanas conforme as condições climatéricas. Logo que surgem dos ovos as larvas perfuram a madeira durante cêrca de 24 meses ou mais. Durante êste período os estragos causados à madeira são terríveis. Durante o Outono a larva encerra-se no seu casulo passando ao estado de ninfa. 4 a 5 semanas depois ela amolece o casulo mas fica dentro da câmara casular até à primavera seguinte, surgindo então em forma de escaravelho perfeito na superfície depois de abrir um buraco de cêrca de 3 milímetros de diâmetro.

O besoiro adulto inicia os seus raids aéreos levando a sua sementeira mortífera a todos os recantos do madeiramento.

COMO SE DESCOBRE ÊSTE INSECTO. — O besoiro ataca de preferência o carvalho, ainda que êle pode aparecer noutras madeiras, tais como, pinho antigo e muito sêco. A sua predilecção é por madeiras grossas bem sêcas e de preferência antigas.

ESPECIFICAÇÃO PARA TRATAMENTO DE MADEIRAS ANTIGAS COM «CUPRINOL»

1.º — A madeira deve ser limpa, peça por peça, por meio de escôvas de arame, mas melhor seria, podendo ser, empregar aparelhos de sucção pneumática que chupam tècnicamente a poeira dos pontos mais inacessíveis. Se a madeira se apresenta furada pelos insectos, deve ser devidamente eliminada. O Cuprinol tem de entrar em contacto com o são da madeira.

2.º — O líquido deve ser introduzido liberalmente em todos os entrestícios e juntas que possam servir de velhacoito aos insectos.

3.º — É indispensável que o líquido inunde todos os buracos de pregos, parafusos, malhetes, fendas, recantos, juntas, etc. Não nos esqueçamos que é aí que as fêmeas depositam os seus ovos.

4.º — *APLICAÇÃO POR MEIO DE TRINCHA* — O Cuprinol pode ser aplicado por meio de uma trincha larga e farta, nunca menos de duas demãos, sendo a segunda aplicada antes de deixar secar a primeira.

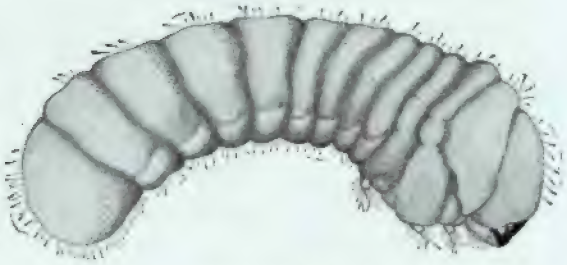
5.º — *APLICAÇÃO À SERINGA* — Em certos casos podemos usar uma seringa de bico por meio da qual se introduz o Cuprinol nos buracos e orifícios que a madeira apresente, saturando-os abundantemente.

6.º — *APLICAÇÃO POR IMERSÃO* — Quando alguma parte do madeiramento tiver de ser substituído, a madeira nova deve ser submetida a um banho de Cuprinol, porque desta forma a impregnação do líquido é mais perfeita. Quando êste sistema de tratamento fôr impraticável devido às dimensões da nova peça, podemos em última análise aplicar o banho às extremidades porque o ataque dos insectos principia ordinàriamente por aí. Alguns breves minutos de imersão é o suficiente.

7.º — *APLICAÇÃO POR SONDAGEM* — Quando certas peças de madeira têm de ser tratadas no seu sítio, por exemplo, pontas das vigas onde é impossível chegar com a trincha, podemos injectar o Cuprinol, abrindo pequenas minas de 5 milímetros de diâmetro e por elas se introduz o líquido abundantemente, saturando assim o ponto desejado.

Besoiro aumentado 14 vezes

Tamanho natural



Larva aumentada 11 vezes

Tamanho natural

Fabricado e patenteado por CUPRINOL, Ld., Bristol - Inglaterra
Distribuído por JENSON & NICHOLSON, Ld., Londres

Distribuidores exclusivos para Portugal e Colónias

Sociedade Robbialac, Limitada

Rua Nova do Carvalho, 15, 1.º—LISBOA—Telef. (P. B. X.) 2 7000

Depositário no PORTO

DROGARIA TIAGO DA COSTA

RUA S. JOÃO, 33—PORTO

PREÇOS

(O galão inglês tem 4,5 litros)

5 galões	330$00
1 galão.....	77$00
1/2 galão.....	41$25
1/4 galão.....	22$00
1/8 galão ou pinta	12$00
1/16 galão ou 1/2 pinta	6$60

Marcámos sôbre um gráfico, fig. 3, os valores de A calculado em função da molaridade e constatámos que os pontos se encontram sôbre uma recta (a menos os erros experimentais).

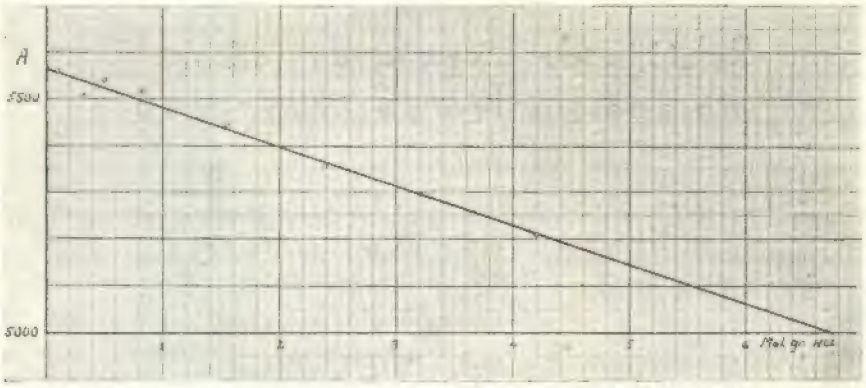


Fig. 3

Conclusões

Consultando o quadro N.º 2 e o gráfico (fig. 3) vemos que a constante de Arrhenius varia de 5.561 a 5.271, que se considerava até aqui como uma quantidade invariável. Daqui resulta um êrro sôbre uma constante de velocidade calculada a partir de outra, admitindo a invariância da constante de Arrhenius.

Êste êrro é dado pela relação:

$$\triangle K = \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \cdot e^{A\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} \cdot \triangle A \quad (15)$$

O nosso trabalho demonstra portanto que é necessário corrigir o valor de A, segundo a concentração de HCl. Sendo a função $A =$ linear obtemos a expressão seguinte:

$$A = 5568 - 84{,}45\,M \quad (16)$$

onde M é a molaridade do ácido.

Sem outras provas experimentais é difícil explicar a razão porque a constante de Arrhenius diminue enquanto a concentração do catalisador aumenta. Contudo tentaremos num próximo artigo dar uma explicação para esta anomalia.

Centro de Estudos de Física
Laboratório de Física do I. S. T.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Relatório da Direcção da "Técnica" no ano lectivo de 1939-1940

Gostosamente cumprimos o dever de dar conta aos nossos presados assinantes e leitores do que foi a vida da «Técnica» no ano lectivo de 1939–1940, XV da sua publicação.

Cumprimos um dever. De facto, a nossa Revista é bem património comum duma grande família, a dos nossos assinantes e leitores, património de que somos apenas os administradores durante curto lapso de tempo: mal estaria que lhes não prestássemos contas.

E gostosamente o cumprimos. São tantas as provas de interêsse e de carinho pela Revista, a nós chegadas no decurso do ano lectivo, que não só nos animam a suportar tôdas as canseiras e mais contrariedades, ao perseverar entusiàsticamente na luta há 15 anos por outros iniciada, como também nos fazem antever com alegria o momento de pùblicamente oferecermos ao património comum os louros de um ano de combate. Tanto mais que não esquecemos encontrarem-se entre os leitores dêste relatório alguns, nossos mais próximos antecessores na Direcção, a quem se devem quási imediatamente tais louros; e outros, os que desde o início até nossos dias por cá passaram, imediatamente seus conquistadores.

Com efeito, apesar de a «Técnica» ser uma revista de alunos, forçadamente sujeita, portanto, a uma constante renovação do seu corpo directivo, o sistema sàbiamente adoptado para a constituïção dêste, impedindo que sejam todos novos os elementos duma Direcção, permitiu obter, a par da indispensável mutabilidade, a necessária continuidade de esforços, garantia de êxito, das mais seguras, de qualquer empreendimento de certa monta.

Daqui resultam, muito naturalmente, dois factos, ambos, para nós, de grata verificação.

É o primeiro o ter persistido até hoje, através de tantas gerações escolares, o espírito dos fundadores, ao lançarem, a golpes de fé e de audácia e de vontade inquebrantável, uma iniciativa cujo futuro, se se podia antever próspero, pela boa vontade e dedicação de alguns, persistentes desde a primeira hora até nossos dias, se apresentava, por outro lado, bem sombrio, pelo cepticismo da maioria e pela indisculpável e incompreensível má vontade de outros. Persistem, pois, a mesma fé, a mesma audácia, a mesma vontade inquebrantável dos fundadores — por isso, por mais belo que seja o futuro da Revista, por mais alto o nível que lograr atingir, a êles em primeiro lugar se há-de dever a obra realizada. Ainda mesmo que, ao contrário do sucedido até agora, não continuem a contar-se como as mais difíceis as primeiras horas da vida da «Técnica».

O segundo dos factos verificáveis é o não poder individualizar-se *uma* Direcção, dado que, sempre, alguns dos seus elementos fizeram parte das Direcções anteriores e outros farão parte das Direcções seguintes. Assim, a obra realizada não será nunca obra de *uma* Direcção, mas produto dos esforços conjugados de algumas.

De tudo isto provém um sentimento de solidariedade — abrangendo todos os que pela nossa Escola passavam, passam ou hão-de passar — em face da obra comum, a *nossa* Revista.

Em tempos de incerteza como os de hoje, é nosso dever a previsão de maus dias, de horas difíceis, na vida duma obra comum. Não para desanimarmos, cruzando os braços num cepticismo doentio, mas para redobrarmos, *todos*, de ardor combativo, de vontade férrea de vencer. Olhai, amigos todos da «Técnica»: esta vontade há-de ser a de todos nós; hoje em dia, só podem ter a certeza de subsistir os que a possuirem. Em nome, pois, daquela solidariedade, cremos ter o direito de vo-la exigir a vós, porque de nós próprios a exigimos primeiro.

Certamente, como vereis do relatório finan-

ceiro abaixo publicado, não se fizeram ainda sentir na Revista aquelas horas difíceis. Ao menos, aparentemente. Mas é um facto a constante subida de preço dos artigos de primeira necessidade para a sua vida. Daí, o toque de alarme que damos, pois é bem possível o termos de apelar para vós antes da publicação do novo Relatório da Direcção.

E, agora, vejamos alguns factos do que foi a vida da «Técnica» no ano lectivo findo.

Em primeiro lugar, foi possível, através de todo êle, manter a regularidade perfeita da publicação da Revista, fruto do trabalho dedicado de tôda a Direcção e Corpo Redactorial e, também, da gentileza, amabilidade e prontidão dos nossos colaboradores, entre os quais se contam tantos amigos de tôdas as horas, alguns desde a primeira, da vida da «Técnica». São estes colaboradores que, de sobejo, nos compensam das contrariedades devidas ao desinteresse injustificável dalguns — felizmente bem poucos, para honra do I. S. T. — que tinham o dever de cooperar connosco numa obra que é de tôda a Escola.

Como as Direcções que nos antecederam, procurámos obter um difícil equilíbrio entre a colaboração das diferentes especialidades professadas no Instituto. Conquanto o não tenhamos atingido, nem o vejamos fácil, é, no entanto, êste um dos objectivos necessários de procurar em cada ano que começa: não será fácil alcançá-lo, mas necessário é não quedar muito afastado dêle.

Outro ponto, porventura de mais difícil solução ainda, é o de conseguir colaboração que interesse, também, os alunos dos primeiros anos do Instituto. Mas é questão que, de nenhum modo, pode ser descurada; e constitue, como a anterior, luta a começar todos os anos.

Seja-nos lícito destacar ainda, nestas considerações gerais, um facto que profundamente nos regosijou — o termos conseguido neste ano lectivo obter a colaboração dum dos mais distintos Assistentes da Faculdade de Engenharia do Pôrto, o Exmo Sr. Eng. Daniel Vieira Barbosa, grande amigo da «Técnica», cuja amisade nos desvanece pela sua constante solicitude. Foi, assim, dado um primeiro passo para um intercâmbio, necessário e proveitoso entre as nossas duas Escolas de Engenharia. Confiamos em que mais passos se darão de futuro no caminho ora encetado, graças à boa vontade de todos. Por nosso lado, tudo faremos, e as colunas da «Técnica» estarão sempre ao dispor dos Professores, Assistentes e Alunos da F. E. U. P. que entendam dar-nos a sua apreciada colaboração: serão sempre benvindos.

Já quási no fim do ano social transacto, a Direcção dedicou especial atenção à preparação duma nova edição, que julgamos interessará muito especialmente todos os engenheiros civis e alunos da respectiva especialidade: a preferência dumas valiosas tabelas para cálculos de Betão Armado, da autoria do eng. Vasco Costa. Pelo que tais tabelas contêm de verdadeiramente original em tal campo, afigura-se-nos virem preencher uma lacuna na bibliografia ao assunto referente.

De resto, o acolhimento que lhes será feito justificará, estamos certos, tôda as nossas impressões.

No decorrer do ano a «Revista» publicou 37 artigos, número inferior aos anos anteriores mas consideràvelmente maiores, o que se verifica pelo número de páginas em que estão distribuídos *397*.

QUADRO I

AUTORES	Número de artigos			Número de páginas			Em %		
	1937-38	1938-39	1939-40	1937-38	1938-39	939-40	1937-38	1938-39	1939-40
Professores e Assistentes.	23	19	8	190	126	106	50,8	33,0	26,7
Engenheiros I. S. T.	3	13	12	27	119	124	7,2	31,2	31,2
Alunos I. S. T.	4	5	6	10	116	55	2,6	4,2	13,8
Engenheiros (Outras escolas) . . .	13	8	9	142	104	103	37,9	27,3	26,0
Outros colaboradores.	—	—	2	—	—	9	—	—	2,2
Artigos não assinados	3	5	—	5	16	—	1,5	4,2	—
Transcrições e disposições legais	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	46	50	37	374	381	397	100,0	100,0	100,0

Registamos um aumento de 4,2 para 13,8 na colaboração dos Alunos I. S. T. Êste acréscimo é importante, contudo não traduz a actividade dos nossos colegas na «Técnica», ela predomina principalmente na secção do «Mundo Técnico» e nas «Notas Bibliográficas».

Por ser talvez mais lógico apresentamos o seguinte quadro que nos dá uma ideia mais clara da distribuição do número total de páginas (447) pelos diferentes colaboradores, e secções da nossa «Revista».

Como se pode ver no Quadro III, a colaboração encontra-se dispersa por tôdas as especialidades, com uma percentagem maior na de Engenharia Civil. Procurámos a compensão com o «Mundo Técnico» relativo às outras especialidades.

Procedeu-se à arrumação da nossa biblioteca, colocando os livros e revistas segundo as diferentes especialidades, professadas no Instituto, com uma ordem que tornasse facil a sua consulta.

QUADRO II

AUTORES	Número de artigos	Número de páginas	Em %
	1930-40	1939-40	1939-40
Professores e Assistentes	8	106	23,7
Engenheiros I. S. T.	12	125	27,7
Alunos I. S. T.	6	55	12.3
Engenheiros (Outras escolas)	9	103	23,0
Outros colaboradores	2	9	2,0
«Mundo Técnico»	—	23	5,1
Notas Bibliográficas	—	8	1,8
Publicações Recebidas	—	19	4.2
Vida Escolar e Associativa	—	—	—
		447	100,0

QUADRO III

ASSUNTOS	Número de artigos			Número de páginas			Em %		
	1937-38	1938-39	1939-40	1937-38	1938-39	1939-40	1937-38	1938-39	1939-40
Civil	12	16	14	130	190	168	34,7	50,0	42,3
Química	7	3	5	98	13	19	4,2	3,4	4,7
Minas	2	2	3	12	9	10	3,5	2,4	2,5
Electrotécnica	14	9	4	90	84	98	24,6	22,0	24,6
Mecânica	3	—	4	18	—	50	4,8	—	12,5
Vários	8	20	7	26	85	52	6,2	22,3	13,0
	46	50	37	374	381	397	100,0	100,0	100,0

Possìvelmente devido aos acontecimentos internacionais, obtivemos apenas uma publicação de permuta:

«Boletim de informações técnicas», editado pela Associação Brasileira de Cimento Portland.

Iniciou-se êste a publicação de uma página com actualidades gráficas, que veio melhorar o aspecto da revista, e dar conhecimento do que vem ser realizado no domínio das Obras Públicas em Portugal.

Auscultemos, agora, a vida financeira da «Técnica», pela análise, comparada com a dos anos anteriores, do Balanço da Administração de 1939-1940.

Apresenta a Administração um saldo de 21.532$41, dos quais 10.572$91 de dinheiro em caixa. Temos, pois, diminuïções da ordem dos 3.500$00 e 4.500$00, respectivamente, nos saldos total e em dinheiro, em relação à Administração anterior: vejamos como explicar tal diferença.

A diminuïção de 4.500$00 no saldo em dinheiro é devida ao pagamento de cêrca de 4.000$00 para impressão das *Normas e Regulamentos para Instalações Eléctricas,* e à aquisição, que se nos proporcionou, de um Título de Dívida Pública — consolidado 4¾ %–1934 — pelo preço de 1.140$00, seu valor de compra. Estas foram as razões principais da diferença apontada — outras há, flutuações de pouca monta nas receitas e despesas, que não merecem aqui referência especial — consulte-se o Balanço se nelas se tiver interêsse. Do que fica dito sôbre as razões principais da diferença no saldo em dinheiro, se conclue imediatamente qual a razão da diminuïção de cêrca de 3.500$00 no saldo total: basta abater aos 4.500$00 cêrca de 1.000$00 do valor de compra do Título de Dívida Pública referido, que foi aumentar o nosso fundo de reserva.

Vê-se portanto, que o *déficit,* existente em relação à Administração anterior, se deve a um aumento das Despesas, sem dúvida classificável como «despesa reprodutiva». Nos anos que se seguiram se vá amortizando, com juros, o capital dispendido.

Analisemos agora detalhadamente certos capítulos das Receitas, que merecem atenção pelos sintomas, de importância para o futuro da «Técnica», nêles observáveis.

Assim, verifica-se uma queda de cêrca de 2.000$00 na *Cobrança de assinaturas,* principal fonte de receita da Revista, pelo que não é de bom augúrio tal facto, resultante da desistência dalguns dos nossos assinantes e de pagamentos em atrazo de outros. Uma e outra cousa nos são extremamente prejudiciais — por isso, repetindo o apêlo feito nas considerações iniciais, nós instantâneamente pedimos aos nossos assinantes, quási todos antigos alunos do I. S. T., que nos não abandonem nestas horas difíceis: *em nome do amor à nossa Escola, daquela solidariedade acima referida, e se, de facto, querem que a «Técnica» continue a viver, honrando o nome do nosso Instituto.* Bem sabemos não ter a diferença, para menos, registada atingido proporções de angústia, estão mesmo longe de tal — mas é indispensável que se não acentue: «mais vale prevenir que remediar», especialmente quando, como é o caso, não seria fácil «remediar».

A receita da *Publicação de anúncios* igualmente diminuíu de cêrca de 2.000$00, facto explicável pelas actuais circunstâncias que tanto dificultam o comércio internacional. No entanto, numa hora de lutas de hegemonias, parece impor-se, como a lógica mais elementar, a enorme importância da publicidade. Mas — é já velho tema — não há processo de se conseguir convencer disto determinados indivíduos, mais aptos a fazerem comércio em tempo «de vacas gordas» que em dias de hoje.

Registamos, no entanto, com admiração e simpatia, o espírito largo de alguns dos nossos dedicados anunciantes, amigos de tôdas as horas, connosco colaborando numa obra que, se a nós aproveita, a êles não menos aproveitará.

Na venda de revistas nota-se consolador aumento de receita, quer nos vendidos avulso quer nos vendidos aos sócios da Associação dos Estudantes. Isto vem provar o acréscimo de interesse despertado pela «Técnica», prémio, afinal, dos sacrifícios feitos, quer para melhorar o seu conteúdo, quer para a tornar de mais agradável aspecto gráfico, apesar dos tempos de crise atravessados.

Por fim, seja-nos lícito agradecer efusivamente, mais uma vez, a todos os que nesta obra comum — a «Técnica» — nos auxiliaram durante o ano transacto. Decerto que, por maior prémio, terão o mesmo que para nós reivindicamos — o de termos trabalhado a bem da nossa Escola, a bem da Engenharia portuguesa, a bem da Nação.

BALANÇO DA ADMINISTRAÇÃO DE 1939-40

RECEITAS		
Saldo da Administração anterior:		
Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00	9.660$00	
Depósito no Banco P. C. e Ilhas	159$50	
Dinheiro em Caixa	15.201$86	25.021$36
Cobrança de assinaturas		21.531$00
Publicação de anúncios		15.578$00
Venda de revistas:		
Aos sócios da A. E. I. S. T.	11.172$00	
Avulso e colecções, directamente e por intermédio das livrarias	2.163$50	13.335$50
Publicações:		
Venda de Tabelas, Regulamentos, separatas, etc.		6.772$05
Títulos de Crédito:		
Juros de 1 Tit. Consol. 4 3/4 % — 1934	24$60	
Juros de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936	354$00	378$00
Subsídio do I. S. T.		1.500$00
Venda de uma gravura		85$50
		84.203$01

DESPESAS		
Composição da Revista:		
Tipografia	37.463$00	
Gravador	7.457$85	44.920$85
Publicações:		
Impressão das «Normas para Instalações Eléctricas»		4.108$35
Correio:		
Avença	979$20	
Selos e registos	747$20	
Impressos de cobrança	143$90	1.870$30
Despesas Gerais:		
Ordenados do empregado e gratificações	8.610$00	
Transportes	330$50	
Desenhadores	290$00	
Artigos de papelaria e sua impressão	1.228$60	
Compra de números antigos da Revista	156$00	
Selos fiscais	144$50	
Comissão a angariadores	916$00	
Diversas	95$50	11.771$10
Saldo para a Administração seguinte:		
Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00	9.660$00	
Valor de compra de 1 Tit. Consol. 4 3/4 % — 1934, no valor nominal de 1.000$00	1.140$00	
Depósito no Banco P. C. e Ilhas	159$50	
Dinheiro em Caixa	10.572$91	21.532$41
		84.203$01

Lisboa, I. S. T., 19 de Outubro de 1940.

Mas não deixaremos por isso de lhes testemunhar a nossa gratidão. Nem se nos levará a mal que destaquemos, pelo lugar muito especial que ocupam na nossa amisade, os Professores e Assistentes do I. S. T.

Dêles esperamos continuar a merecer a confiança, o conselho, a solicitude, até hoje nunca desmentidos e tão desvanecedores para quem sacrifica, a esta obra — que persistimos em considerar de todos —, algumas horas porventura destinadas ao descanso das fadigas escolares.

A todos os que se nos seguirem na Direcção da «Técnica», sinceros votos de bom êxito e a afirmação reiterada da nossa solidariedade.

Manuel Duarte Gaspar
Carlos Krus Abecasis
Nuno Leitão Abrantes
Sebastião Murteira
Francisco Marques Maia
Vasco Mendes de Sousa

Completaram nos anos lectivos de 1938-39 e 1939-40, a parte escolar dos seus cursos os nossos colegas:

1938-39

Engenharia Civil

Fernando Augusto de Rezende Sobral Cid e Rui Marinho de Almeida de Sempaio e Melo
Eduardo Henriques da Silva Carvalho
Roberto Manuel Coutinho Oliveira Charters de Azevedo
Rui Mário Oliveira Pedreira de Almeida
José Figueiredo Mendes Barata
José Falgueiro Pinto da Fonseca
Frederico Guilherme Burnay de Mendonça
José Maria de Oliveira e Sousa
Artur Raúl da Silva Marques, Artur Schiappa Monteiro de Carvalho e Frederico Rodrigues dos Santos
Rui Cambournac
Fernando Henrique Correia
Luiz Alberto de Almeida Pinheiro
José Manuel de Carvalho Moreira Rato
Vicente Horta Galvão de Almeida Brandão
António Amaral Guimarãis e Teotónio Júdice Pargana
Jaime Pascoal de Brito
Rui de Oliveira Pegado
Alexandre Lencastre de Araújo Bobone
António de Vasconcelos Azevedo e Silva de Faria
José Simões da Silva e Rogério Rodrigues Cardoso

Engenharia Electrotécnica

Paulo Emílio de Brito Aranha
Manuel Reis de Carvalho
Alfredo Dias Rosas
Manuel Orvalho Teixeira
Hilário Pereira Vasconcelos Cruz

Fernando Esteves Júlio
Carlos Alves
Ernesto Corrêa de Sousa

Engenharia Mecânica

José Alfredo Garcia
Fernando de Oliveira Batista

Engenharia de Minas

Francisco Matos Boavida Godinho
Joaquim Mendes de Oliveira

Engenharia Quimico-Industrial

Isabel Maria Meleças Gago e Maria Luiza Pereira dos Santos
Manuel Simões Anjos

1939-40

Engenharia Civil

Daniel José de Arriaga Ferreira e Pedro Moura Braz Arsénio Nunes
António Gomes de Menezes e Manuel Duarte Gaspar
Ulpio da Fonseca Nascimento
Manuel Rodrigues Elias da Costa
Horácio Fernandes e Fernandes
António João Barroso Antunes
Artur Alves Ribeiro Júnior e Francisco Xavier Marques Maia
Alvaro Nobre da Veiga Garcia
Gualberto Fernandes Pires
Tomaz Couceiro Leitão da Costá Rito
José Joaquim de Matos
José Leão da Costa Simões
António Vieira da Silva Carvalho Campos
Júlio Freire Temudo Barata
Carlos Valentim Paz
João Cardoso de Lemos
Francisco António Ramos e Costa

Engenharia Electrotécnica

Sebastião Ferreira Murteira
Donato Bentubo Galiano
João de Lacerda Pereira e Sousa
José Paulo de Oliveira Teixeira
Fernando Nobre Ribeiro Gomes
Joaquim Monteiro Limão
António Wren Viana
Georges Joseph de Roo
Fernando Henriques Mendonça

Engenharia Mecânica

António Gouveia Portela
Luiz Perestrelo Pinto de Sousa Coutinho
Jorge Olímpio Adrião Sequeira
António Cardoso Lacerda Leitão
Mário Duarte Morgado Lory
Raúl António Lobato Faria

Engenharia Quimico-Industrial

Jaime de Almeida Leitão

Normas e Regulamentos

para

Instalações Eléctricas

CONTENDO

I — Notações e Símbolos

II — Sinais gráficos para esquemas

III — Normas de seguranças da Baixa Tensão

IV — Regulamento de segurança dos ascensores e monta-cargas eléctricos

V — Regulamento de segurança dos tubos luminosos por descargas em gases rarefeitos

VI — Regulamento dos postos e sub-estações de transformação

VII — Regulamento de segurança das linhas eléctricas no dominio de estradas, rios e caminhos de ferro.

À VENDA NA
REDACÇÃO DA
TÉCNICA

A sair brevemente:

Tabelas

para o

Cálculo

de

Betão Armado

pelo Eng. Fernando Vasco Costa

DO MUNDO TÉCNICO

Produção de correntes contínuas de grandes intensidades, por dínamos unipolares

A necessidade de produzir correntes de grandes intensidades até 100.000 A, sob muito fracas tensões, apenas alguns volts, faz-se sentir cada vez mais na indústria. O dinamo unipolar convém particularmente a êste fim. A simplicidade da sua construção, o seu funcionamento seguro e o seu rendimento favorável fazem com que o dinamo unipolar seja bastante interessante para que se procure utilizá-lo em novos domínios.

1.º — Necessidade

O progresso centínuo da técnica e o aperfeiçoamento de tôdas as explorações industriais que êle arrasta, exigem que nos esforcemos cada vez mais, por melhorar o rendimento das instalações. A melhoria do rendimento pode, além de outros processos, ser obtida, aumentando a produção ou a potência, isto é, reduzindo a duração das operações. Tratando-se de processos utilizando directamente a electricidade, os factores determinantes duma elevação da potência são a corrente e a tensão.

Para a electrólise, a tensão, servindo apenas para vencer a resistência das tinas, é relativamente fraca, sòmente de alguns volts; pelo contrário, a intensidade de corrente é bastante elevada. Em geral ligam-se várias tinas em série para que a tensão da máquina não seja muito pequena. Quando ligamos em série várias tinas, tôdas elas são percorridas pela mesma intensidade, o que em certos casos é desvantajoso. É por esta razão que se tende, cada vez mais, a ligar as tinas em paralelo e aumentar as suas dimensões, o que nos leva a produzir correntes a baixa tensão e de grandes intensidades. Esta necessidade sente-se também para a galvanoplastia (zincagem, etc.), fornos eléctricos (alumínio) e soldadura por resistência (soldadura de tubos tôpo a tôpo, etc.) onde se exige, com o desenvolvimento destas técnicas, intensidades cada vez mais elevadas, até 100.000 A, com uma tensão de alguns volts.

2.º — Possibilidade de construção

Brown Boveri reconheceu muito cedo a necessidade de construir para a indústria tais geradores eléctricos e ocupou-se, há já alguns anos, do estudo desta questão. Têm sido já construidos dínamos de baixa tensão para intensidades muito elevadas, 10.000 a 15.000 A, que trabalham bem. Todavia, estas intensidades já não bastam em virtude do rápido desenvolvimento da electro-química e do futuro que a espera; é a razão porque é necessário procurar alguma coisa de novo, que não só dê tôdas as garantias para a segurança de serviço, indispensável numa tal instalação, mas ainda ofereça vantagens sob o ponto de vista económico em relação aos dínamos de baixa tensão utilizados até agora.

Estas condições são satisfeitas pelo dínamo unipolar, conhecido já há muito tempo, mas cujo desenvolvimento ficou em parte paralizado porque a necessidade de grandes intensidades não se fazia sentir e também em parte, pela dificuldade de resolver o problema da corrente.

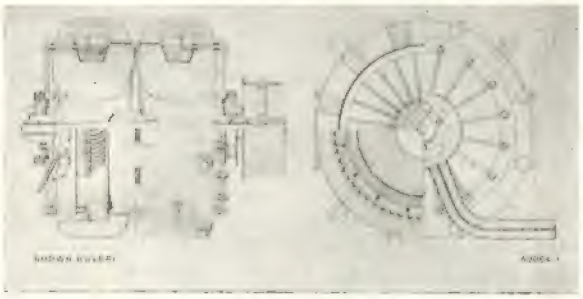


Fig. 1
Dínamo unipolar 10 V, 2.000 A, estudado por C. E. L. Brown, em 1889

Citemos que, como o mostra a fig. 1, há já 50 anos C. E. L. Brown, um dos fundadores da casa Brown Boveri, estudou com cuidado a utilização do dínamo unipolar para a produção de grandes intensidades. Uma nova construção interessante dum dínamo unipolar é a de 50000 A a 14 V que Poirson apresentou na Exposição Internacional de Paris, em 1937.

Pelos estudos sistemáticos e profundos, sobretudo da questão da captação da corrente e da evacuação do calor — porque as grandes intensidades produzem o aquecimento inevitável das superfícies do atrito — Brown Boveri fêz, do dínamo unipolar de laboratório, um gerador de grandes intensidades utilizável na indústria.

3.º — Funcionamento e construção

O dínamo unipolar para grandes intensidades, construído pela Brown Boveri, baseia-se no princípio da indução unipolar, descoberto em 1831 por Faraday, que diz: o desvio dum galvanómetro intercalado entre duas escôvas assentes, uma sôbre o eixo, outra sôbre

a superfície periférica dum cilindro magnetizado girando em tôrno do seu eixo, é sempre do mesmo sentido e proporcional à velocidade (fig. 2). Pode dizer-se que a f. e. m. é gerada por cada raio OA, que corta as linhas de fôrça do campo magnético estacionário do polo N.

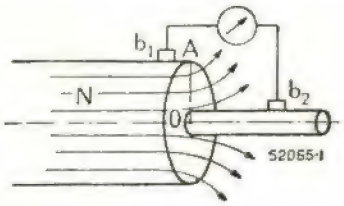


Fig. 2

Esquema de indução unipolar num cilindro magnetizado girante

A f. e. m. é captada pelas escôvas fixas b_1 e b_2. Êste princípio permite uma construção relativamente simples das máquinas de corrente contínua sem colector.

O dínamo unipolar tem mais ou menos a forma da fig. 3. F_1 e F_2 são as bobinas de exitação que são concêntricas com a árvore da máquina. Estas bobinas geram, no circuito magnético que as cerca, dois fluxos iguais, cujo traçado e direcção estão indicados sôbre a figura.

O corpo do rotor, R, serve de circuito magnético e de condutor eléctrico do induzido. As escôvas b_1 e b_2, que assentam directamente no rotor, podem ser repartidas sôbre a superfície periférica, em tão grande número quanto se queira e estão colocados em cavidades que contêm as bobinas F_1 e F_2. A produção da f. e. m. explica-se, como no caso da fig. 2, porque um condutor situado entre as escôvas b_1 e b_2, ao girar corta o campo magnético fixo.

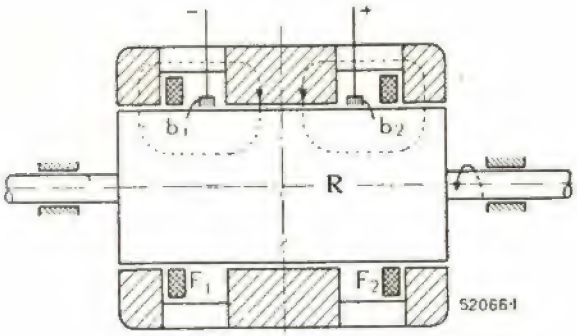


Fig. 3

Representação esquemática dum dínamo unipolar

A construção duma tal máquina é, em virtude de não ter enrolamentos girantes, nem colector, particularmente simples e robusta. O rotor que é o único condutor sede duma indução é uma peça massiça em aço forjado, ao qual estão fixas as duas partes da árvore. Como, apesar do seu movimento de rotação, não se produz em nenhum instante qualquer variação de fluxo, através duma secção qualquer do rotor, as perdas no ferro são nulas em serviço normal. As perdas por efeito de Joule no rotor são desprezíveis, devido à grande secção de passagem da corrente, se bem que as intensidades de corrente sejam muito elevados e a resistência específica do aço relativamente grande comparada com a do cobre. As únicas perdas importantes para o rotor são as das escôvas, devidas à resistência de contacto e ao atrito.

Ensaios pormenorizados, que procederam à construção de tais máquinas, mostraram que, devido a uma escolha apopriada das escôvas e a um tratamento das superfícies de contacto, o metal do rotor (no nosso caso, o aço) podia servir de superfície de contacto. Daqui resultou que a ausência de qualquer ligação por soldadura ou por meio de parafusos entre os condutores e as lâminas colectoras, permite uma construção particularmente simples e resistente da máquina.

A evacuação do calor devido às perdas, cuja sede principal é a superfície de atrito das escôvas, é assegurada duma maneira bastante eficaz por meio duma circulação de água no rotor (sistema para o qual foi depositado, um pedido de patente). O consumo de água de resfriamento é muito pequeno devido à intensa lavagem da vizinhança imediata das superfícies de atrito e ao grande calor específico do agente refrigerante.

A formação da poeira é inevitável para muitas escôvas de carvão; é esta a razão porque pode ser previsto, se as circunstâncias o exigirem, um dispositivo separado de ventilação.

Os suportes das chumaceiras são isolados, a-fim-de isolar da terra o rotor que serve também de condutor.

O seu acoplamento é feito com material isolante. Em virtude das tensões relativamente fracas, êste isolamento não apresenta dificuldades.

Os enrolamentos indutores podem ser previstos para auto-excitações ou excitações separadas. Nos dois casos, em virtude da baixa tensão de excitação, uns são formados por poucas espiras de grandes secções, o que conduz a uns enrolamentos muito sólidos e fáceis de isolar. A excitação separada é preferível, porque permite empregar menores intensidades da corrente e portanto a construção duma excitação mais ligeira. A fig. 4 mostra uma máquina construída segundo os princípios dados atrás e que já está em serviço ininterrupto há muito tempo.

4.º — Rendimento

O dínamo unipolar oferece vantagens importantes sob o ponto de vista económico em relação aos dínamos de baixa tensão ordinários. O seu rendimento é maior. Com efeito, o rendimento dum dínamo unipolar de 15 V, 30.000 A é aproximadamente 87 % e o dum dínamo de baixa tensão ordinário atinge o máximo de 80 %. Como já dissemos não têm perdas no ferro em serviço normal. As perdas de excitações são pequenas devido à ausência de cavas no rotor que conduzem a induções elevadas nos dentes. As perdas nas chumaceiras e por ventilação são igualmente pequenas enquanto que o

resfriamento dos enrolamentos e sobretudo do colector das máquinas ordinárias exige a montagem de robustos ventiladores sôbre o rotor. Como já dissemos, o dínamo unipolar Brown Boveri é provido duma circulação de água no rotor que lhe assegura o resfriamento das superfícies de atrito. As principais perdas nos dínamos

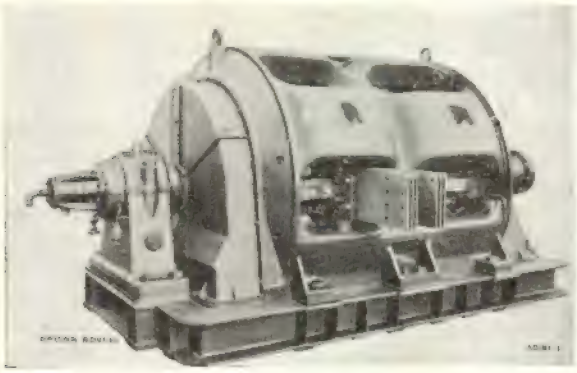


Fig. 4
Dínamo unipolar 15 V., 30.000 A.

unipolares são as das escôvas: por atrito e por resistência de contacto. Pode-se admitir como valor médio das perdas totais em watts, aproximadamente duas vezes a intensidade de corrente medida em ampères. Isto permite determinar aproximadamente o rendimento a plena carga para cada tensão escolhida.

5.º — Apanhado sôbre o futuro

Como já dissemos, os dínamos unipolares podem ser utilizados para a electrólise, que exige fracas tensões e grandes intensidades. O dínamo unipolar construído, segundo o que dissemos anteriormente, permite também atingir tensões mais elevadas com velocidades periféricas ainda fáceis de realizar.

Mas as dimensões do circuito magnético serão então de tal maneira desfavoráveis, que a simplificação é mais

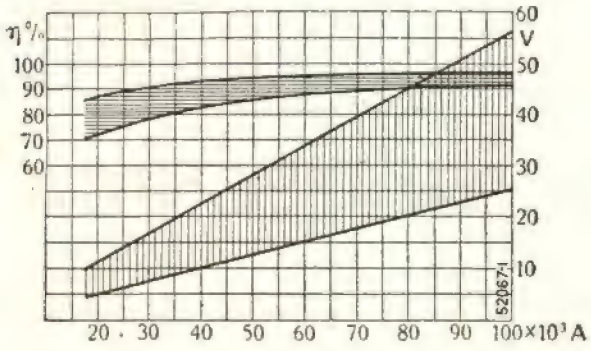


Fig. 5
Domínio de utilização de corrente e tensão dum dínamo unipolar (tracejado vertical), assim como o seu rendimento (tracejado horizontal)

que compensada pela quantidade de material necessário. Na fig. 5, a superfície tracejada verticalmente dá uma idéia sôbre os limites actuais de tensão e de intensidade dos dínamos unipolares de construção normal. Na mesma figura está tracejado o rendimento provável para as tensões inferiores e superiores em função da intensidade, para as potências representadas pela superfície tracejada. Como se vê, estes valores são bastante elevados para as potências superiores a 250 kW aproximadamente, para que a utilização destas máquinas na electro-química e na soldadura por resistência, domínios que lhes estavam vedados, seja interessante. A construção dos dínamos unipolares tem feito tais progressos, que podem ser utilizados com vantagem na indústria em vez dos dínamos de colector de baixas tensões.

Experiências práticas permitirão fazer ainda novos progressos.

(Da *Revue Brown Boveri*)

Para a depuração das águas nas pequenas instalações das caldeiras

Na depuração das águas destinadas à alimentação das caldeiras de vapor muitos são os métodos de tratamento empregados para impedir a formação de depósitos nocivos às caldeiras ou às máquinas a vapor.

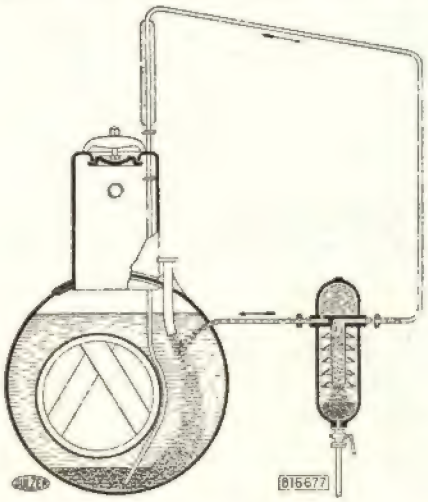
Se as instalações são de grande importância é uso corrente fazer-se a depuração prévia da água, visto os tratamentos serem feitos em grande escala, mas se as instalações são pequenas êste tratamento prévio torna-se tam dispendioso, que às vezes chega a ser proïbitivo.

Daqui resultou a necessidade de se arranjar outro método mais económico.

A casa Sulzer apresenta-nos um aparelho a que deu o nome de «Dejector» que resolve duma maneira prática êste problema importantíssimo.

O processo empregado por êste aparelho na depuração das águas é chamado depuração em ciclo fechado.

Na figura junta vê-se o esquema da instalação.



A conduta que sai por cima do corpo principal da caldeira e vem da parte inferior dêste, leva uma certa porção de água quente, que vai arrefecer na parte descendente, que não é isolada tèrmicamente, e ainda mais no «Dejector».

A seguir à conduta descendente está montado o aparelho que, por outra conduta, está ligado ao corpo principal da caldeira.

Devido ao arrefecimento da água na parte do circuito fechado a que nos referimos, obtém-se um efeito de termosifão provocando-se assim uma circulação natural na tubagem e no dejector intercalado na conduta.

Devido aos cones filtrantes do «Dejector» as lamas transportadas pela água separam-se completamente e depositam-se na parte inferior do aparelho, donde se retiram de tempos a tempos.

Esta operação de purga das lamas efectua-se sob a pressão de marcha da caldeira e provoca simultâneamente a limpeza dos cones filtrantes.

À água desembaraçada das lamas, antes de sair do «Dejector» é adicionada uma certa quantidade de reagentes químicos adequados e bem doseados, contidos na calote do aparelho.

Esta água assim tratada volta à caldeira e, misturando-se com a que lá existe, mantém o grau de alcalinidade necessário para impedir completamente as incrustações, protegendo a caldeira das corrosões.

Com o dispositivo descrito consegue-se uma depuração pràticamente perfeita e de bom rendimento.

A exploração do «Dejector» apenas é agravada pelo custo dos reagentes químicos necessários, ao que se juntam as perdas devidas à queda do calor que mantém a circulacão da água no circuito depurador.

No entanto o custo dos reagentes não é elevado e compensa perfeitamente os estragos que poderiam vir dum mau tratamento das águas.

As perdas em calor são menores do que as que se notariam se houvesse depósitos de lamas e incrustações.

A vida da caldeira é aumentada e deminuído o perigo de explosões devidas às corrosões.

A amortização do custo do aparelho deve fazer-se num prazo de seis meses a um ano.

O «Dejector» torna-se pois uma fonte de grandes economias e elimina três factores principais que conduzem à deterioração rápida duma caldeira: a corrosão devida às lamas, o sobreaquecimento de certas zonas causado pela presença de incrustações isolantes e as avarias devidas à martelagem nas limpezas periódicas que serão tanto maiores quanto mais incrustações houver.

Ainda há a acrescentar uma melhor utilização da potência da caldeira.

Todos êstes factores a que nos referimos são bastante convincentes da grande vantagem existente no uso de tal aparelho.

O balanço económico do depurador deduz-se comparando o custo da instalação com a redução que o seu emprêgo traz às despesas de exploração.

Nas perdas térmicas ainda se deve considerar as devidas às purgas. É relativamente fácil conhecer o volume de água evacuado por cada uma destas purgas, pois basta determinar a superfície da água na caldeira e multiplicar pela diferença dos níveis de água antes e depois da operação.

O número de purgas necessárias por dia permite calcular, em função da produção diária de vapor, a quantidade de água quente perdida.

Pode-se dizer geralmente que nas purgas se evacua um volume de água quente equivalente a 5 ou 10 % da produção de vapor; é evidente que esta perda varia com o género de caldeira, a composição da água de alimentação e outros factores.

Calculando o calor contido na água evacuada e o que é necessário à sua evaporação, podemos deduzir a proporção do calor perdido, em relação à potência da caldeira.

Exemplificando com dados práticos podemos dizer que, admitindo uma pressão de 10 atmosferas efectivas e uma evacuação diária de 8 % da quantidade da água vaporizada, a perda relativa de vapor é de 2,2 %.

Pràticamente é preciso para adoçar um m^3 de água, 20 gr de soda por grau de dureza permanente.

Os custos de exploração do «Dejector» compreendem primeiramente a compra das substâncias químicas necessárias à depuração da água.

As despesas anuais dependem naturalmente da água e especialmente da sua dureza.

(Da revista Sulzer)

NÚMERO ESPECIAL DA «TÉCNICA»

No próximo mês de Dezembro, a «Técnica» publicará um número especial comemorativo dos Centenários da Fundação e Restauração da Nacionalidade.

Com êste número — de trabalhos originais de valor científico e técnico, e com belo aspecto gráfico — nos associamos às grandes comemorações nacionais no ano áureo de 1940.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Publicações não periódicas

PORTUGAL

Anais do Instituto Superior de Agronomia — Vol. IX.

Águas Minerais do Continente e Ilha de S. Miguel — Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos.

As Novas Instalações do Poço de S. Vicente da Mina de Carvão de S. Pedro da Cova — Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos.

Lições de Aritmética Racional Professadas no Liceu Gil Vicente — pelo Dr. Francisco Leite Pinto, 5.ª edição.

Cartilha do Corporativismo — Edição da U. N. em colaboração com o S. P. N.

14 Anos de Grandes Realizações — Edições S. P. N.

Legislação das Bôlsas de Mercadorias—Direcção Geral do Comércio.

Os Navios de Vapor da Armada Portuguesa — Edições S. P. N.

Construções Coloniais — pelo Eng.º Visconde de Almeida Garrett — 1940.

Abastecimento de Água à Cidade de Lisboa — pelo Eng.º João Carlos Alves.

ROMÉNIA

Bulletin de Mathématiques et de Physique Pures et Apliquées de l'École Polytecnique Roi Carol II — Fas. 28, 29, 30.

Publicações periódicas

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Junho, Julho, Agôsto e Setembro de 1940.

A GRANJA – N.º 1, de 1940.

A INDÚSTRIA DO NORTE — Maio a Julho de 1940.

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Julho e Agôsto de 1940.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1940.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Maio-Junho e Julho-Agôsto de 1940.

BROTÉRIA — Julho, Agôsto-Setembro e Outubro de 1940.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Junho, Julho e Setembro de 1940.

ESTUDOS — Junho e Julho de 1940.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.os 1261 a 1268, de 1940.

GIL VICENTE — Maio a Setembro de 1940.

INDUSTRIA PORTUGUESA — Julho a Outubro de 1940.

JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Julho, Agôsto e Setembro de 1940.

NEPTUNO — N.os 164 a 169, de 1940.

O SOLDADOR-CORTADOR — Maio, Junho e Julho de 1940.

OCIDENTE — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1940.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Maio, Junho, Julho e Agôsto de 1940.

REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA — Agôsto de 1940.

REVISTA AGRONÓMICA — 1940 — N.os 1 e 2.

REVISTA DE ARTILHARIA — Junho, Julho, Agôsto e Setembro de 1940.

REVISTA DOS CENTENÁRIOS — Junho, Julho Agôsto e Setembro de 1940.

REVISTA OFICIAL DO SINDICATO NACIONAL DOS ARQUITECTOS — Maio e Junho de 1940.

SEARA NOVA — 1940: N.os 674 a 679 e 681-688.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENIARIA — Setembro de 1940.

ARGENTINA

LA INGENIERIA — Abril a Julho de 1940

CIENCIA Y TÉCNICA — Junho, Julho, Agôsto e Setembro de 1940.

BRASIL

BOLETIM DA REPARTIÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS — Junho de 1940.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Julho de 1940.

REVISTA POLITÉCNICA — Março-Abril e Maio-Junho de 1940.

REVISTA DE ENGENHARIA MACKENZIE — Maio de 1940.

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Fevereiro e Março-Abril de 1940.

ESPANHA

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1940.

HUNGRIA

TECHNIKA — Junho, Julho e Agôsto de 1940.

ITALIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Abril, Maio e Junho de 1940.

L'ELECTROTECNICA — N.os 11, 12, 15 e 19 de 1940.

L'INGEGNERE — Julho-Setembro de 1940.

SUÉCIA

ASEA-REVUE — Março de 1940.

SUÍÇA

REVUE BROWN BOVERI — Setembro de 1940.

SULZER — N.º 2 de 1940.

VENEZUELA

REVISTA TÉCNICA — N.os 89 e 90 de 1940.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: CARLOS KRUS ABECASIS

ADMINISTRADOR: NUNO ABRANTES

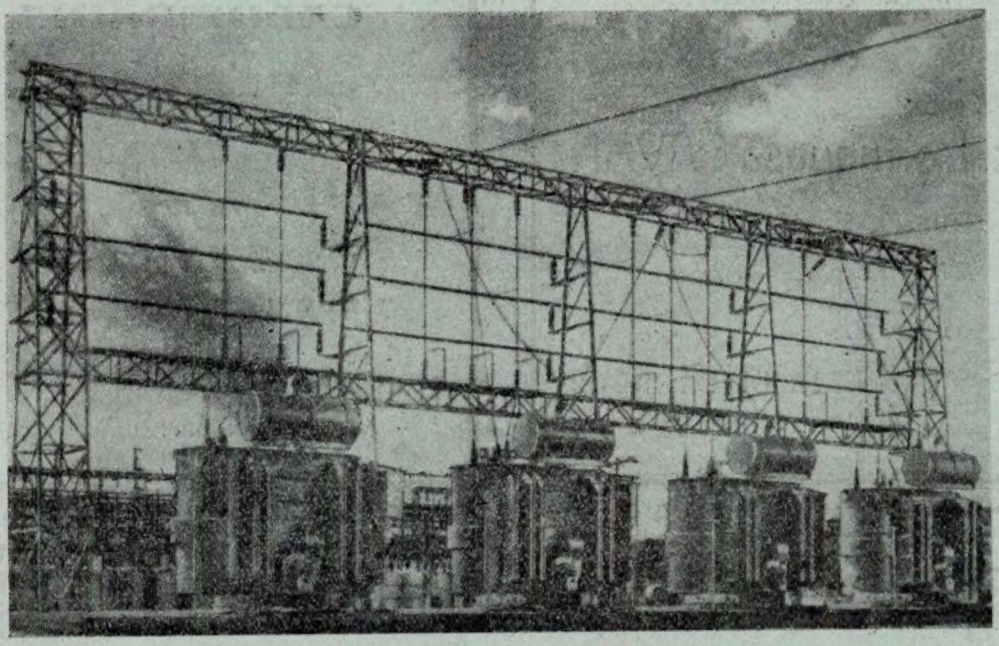
BIBLIOTECÁRIO: LUIZ DE ALMEIDA ALVES

CORPO REDACTORIAL: VASCO MENDES DE SOUSA, JOSÉ FARIA DA FONSECA SANTOS, MILITÃO ROSA PEREIRA, SILVÉRIO DA SILVA.

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Sub-estação ao ar livre, de 25.000 kVA, 220.000 volts

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC
Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

GALERIA DE PARIS, 42

TELEFONE 2254

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

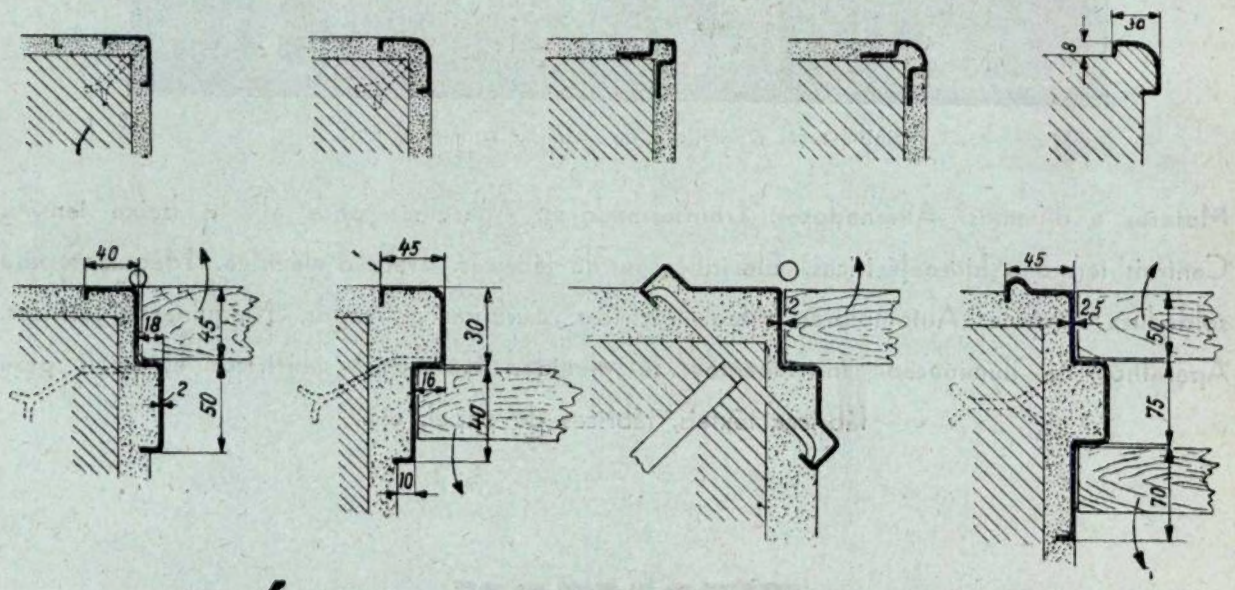
ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

EMPRESA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

COM

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

(um quarto de século de especialização técnica)

Sondagens geológicas

—

Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

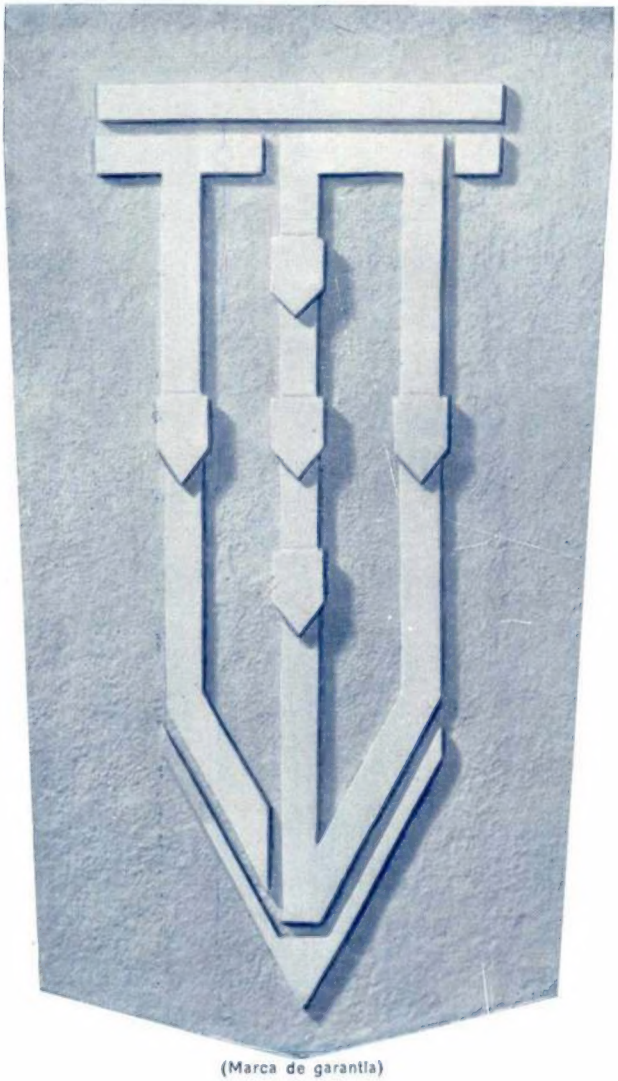
Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

Captações de água subterrânea



(Marca de garantia)

Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

LISBOA — RUA AUGUSTA, 280, 3.° E 4.°

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigorificas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.

Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.